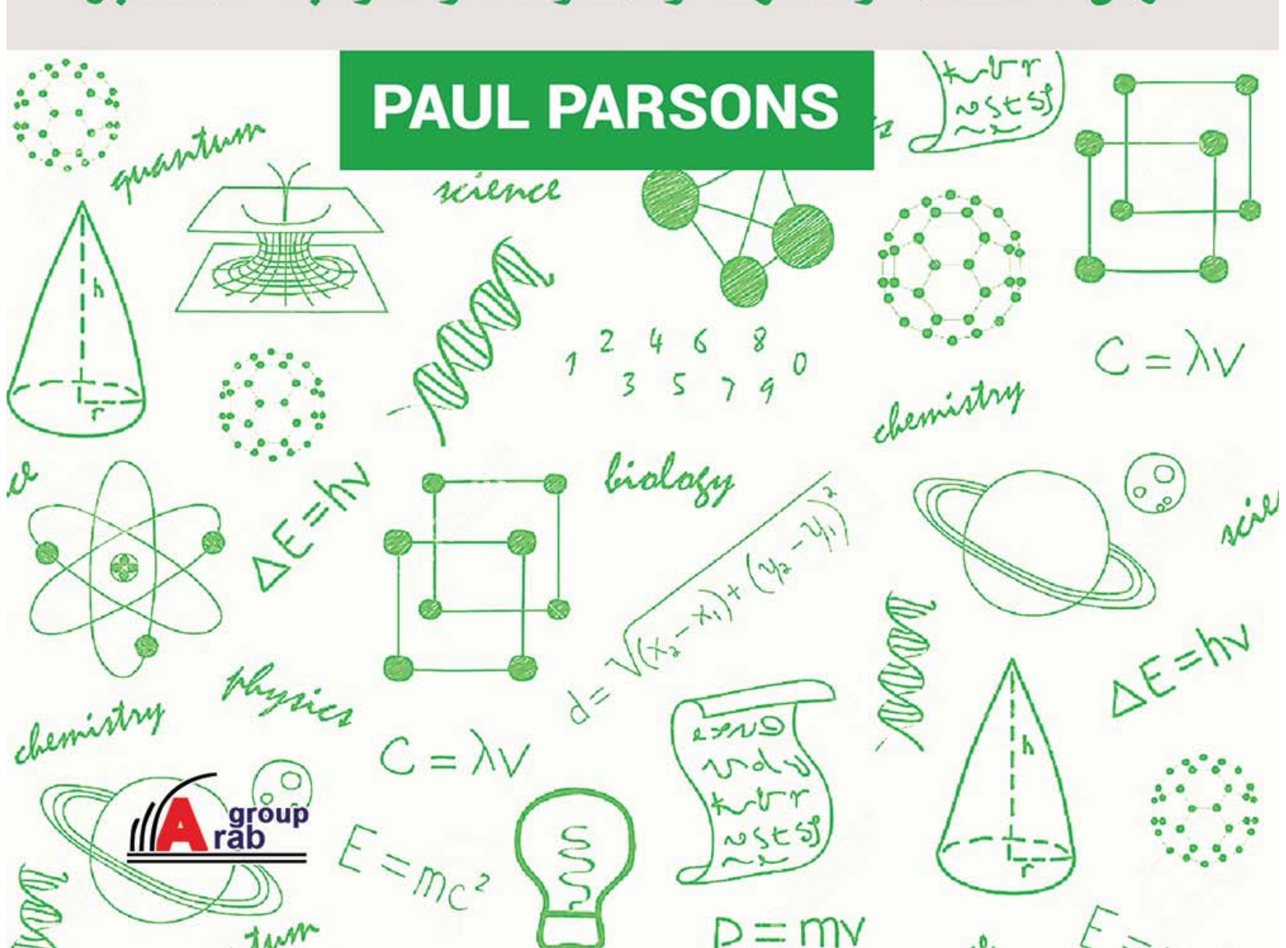
SCIENCE 1001

فكرة عن العلوم

الارض -الفضاء- والمعرفة والمعلومات والحوسبة-المستقبل



1001 فكرة في العلوم

الأرض / الفضاء/

المعرفة والمعلومات والحوسبة / المستقبل

حقوق الطبعة الإنجليزية

English Edition Copyright

Quercus
Carmelite House
50 Victoria Embankment, London EC4Y 0DZ
First published in 2010

حقوق الطبعة العربية

عنوان الكتاب: 1001 فكرة في العلوم
الأرض/ الفضاء/ المعرفة والمعلومات والحوسبة/المستقبل

تأليف: Paul Parsons

ترجمة: هناء محمد محمد

مراجعة: فايز ميلاد

الطبعة الأولى

سنة النشر: 2018

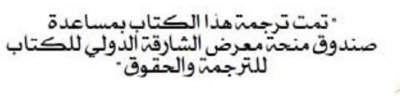
الناشر: المجموعة العربية للتدريب والنشر
8 أ شارع أحمد فخري - مدينة نصر -
القاهرة - مصر

تليفون: 23490242 (00202)
فاكس: 23490419 (00202)
الموقع الإلكتروني www. arabgroup.net.eg
E-mail: info@arabgroup.net.eg
E-mail: elarabgroup@yahoo.com

بارسونس، بول
1001 فكرة في العلوم : الأرض/ الفضاء/ المعرفة والمعلومات والحوسبة/ المستقبل
تأليف: بول بارسونس؛ ترجمة: هناء محمد محمد، مراجعة : فايز ميلاد -
القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر، 2018 - ط1
266 ص: 24x17 سم.
الترقيم الدولي: 2- 109-722-977-978
1- العلوم 2- الأرض 3- الفضاء
أ- محمد، هناء محمد (مترجم)
ب- ميلاد، فايز (مراجع)
جـ العنـــوان
ديوي: 500
رقم الإيداع: 2018/22734

تنويه هام:

إن مادة هذا الكتاب والأفكار المطروحة به تعبر فقط عن رأي المؤلف - ولا تعبر بالضرورة عن رأي الناشر الذي لا يتحمل أي مسئولية قانونية فيما يخص محتوى الكتاب أو عدم وفائه باحتياجات القارئ أو أي نتائج مترتبة على قراءة أو استخدام هذا الكتاب.





1001 فكرة في العلـوم

الأرض / الفضاء/ المعرفة والمعلومات والحوسبة / المستقبل

تأليف

Paul Parsons

ترجمة

هناء محمد محمد

مراجعة

فايز ميــلاد

خبير مناهج العلوم بمركز تطوير المناهج

الناشر

المجموعة العربية للتدريب والنشر



2018



المحتويات

مقدمة

يطرح العلم أسئلة جوهرية بشأن ماهية العالم، لماذا يوجد على ما هو عليه، وقد قدمت أعظم العقول العلمية في العالم الكثير من الإجابات على مدار التاريخ. ونتيجة للعلم الذي نعرفه الآن، فقد بدأ الكون قبل نحو 13.7 مليار سنة في حيث كرة من اللهب فائقة الحرارة المعروفة باسم الانفجار الكبير. ونتيجة للعلم الذي نعرفه، فإن جميع الكائنات الحية في العالم لها رمز للمخطط البيولوجي الخاص بها على جزيء كيميائي يعرف باسم الحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسچين (RNA)، والذي يعد بمثابة الوسيلة التي نمرر من خلالها الصفات والخصائص الخاصة بنا وصولاً إلى نسلنا. ونتيجة للعلم الذي نعرفه أيضًا أيضًا فإن الزواحف كبيرة الحجم كانت تحكم كوكبنا فيما مضي، وفي يوم واحد منذ 65 مليون سنة تمت إبادتهم بسبب تأثير المذنب الضخم أو الكويكب مع الأرض. وكذلك بسبب العلم فإن لدينا في منازلنا أجهزة الحاسوب والتي هي أقوى من أسرع الحواسيب فائقة القدرة التي كانت موجودة منذ عشر سنوات فقط.

ويشمل العلم ربما أكبر مجالات النشاط الفكري الإنساني، لكن عندما يتعلق الأمر بتقسيم التقدم العلمي المُحرز خلال الخمسة آلاف عام الماضية إلى 1001 قطعة في حجم القضمة الواحدة، يظهر العلم وكأنه ضئيلٌ جدًا وفي حالةٍ يُرثى لها، وكأن العلم أصبح يتقدم مرة واحدة كل خمس سنوات، ولكن في حجم فصلٍ واحد من هذا الكتاب، دعونا نقول أن هذه هي ضريبة العصور المظلمة الخالية من الاكتشافات العلمية، ولكن في وسط هذا الظلام الدامس تأتي شُعلة من النور والأمل؛ كما حدث عام 1996 عندما أصبح لدينا النعجة دوللي، وهي أول حيوان ثدي مُستنسخ في العالم آنذاك، ومع إدعاء وجود حياة على كوكب المريخ عندما عثروا على حشرة البق مُتحفرة داخل نيزك، وأيضًا عندما هزم حاسوب «ديب بلو - Deep blue» بطل العالم في الشطرنج آنذاك غاري كاسباروف (Garry Kasparov)

في الواقع، إذا تم ترتيب هذا الكتاب زمنيا، فمن المحتمل أني قد أرجعـه إلى منتـصف عـصر النهـضة. بدلا من ذلك ستجد الصفحات بداخلة منظمة حسب الموضوع. لقد اتخذت العلم الحديث كما نفهمـه في الوقت الراهن وقسمته إلى عشرة أقسام رئيسة: الفيزياء، الكيميـاء، علـم الأحيـاء، الأرض، الفـضاء، الـصحة والطب، العلوم الاجتماعية، المعرفة والمعلومات والحوسبة، العلم التطبيقي، والمستقبل. ثم تم تقـسيم كـل من هذه الفئات مرة أخرى إلى أقسام فرعية على منـاطق الموضـوع الرئيـسة، وداخـل كـل منهـا سـتجد في المتوسط حوالي اثني عشر مقالا لتغطية هذا الموضـوع بالـذات. لـذلك، فـإن للفيزيـاء أقـسامًا فرعيـة عـن الحرارة، والنسبية ونظرية الكم، وذلك على سبيل المثال لا الحصر. وعـلى سـبيل المثـال، ففـي نظريـة الكـم هناك مقالات على الأفكار مثل هرة شرويد ينجر، ومبدأ عدم اليقين، وتفسير العديد من العوالم.

وقد كان هدفي كمؤلف هو الجمع بين اتساع كتاب مرجعي - على سـبيل المثـال، الموسـوعة العلميـة - وإمكانية الوصول والشعور بالمتعة التي تحصل عليها من قطعة من الكتابة العلمية الشهيرة. وكان هذا هو المبدأ الموجه لي في تحويل ما كان من السهل أن يكون "العلوم 1001" إلى ما لديك هنا. ولقد قمت بـإخراج كل ما هو مبهم وغامض من الموضوعات التي لا يحتاجها القـارئ العـادي ولا يهـتم بهـا. وقمـت بتلخـيص وإيجاز وتوضيح ما تبقى للوصول إلى ما أتمني أن يكون في التوازن النهائي بين المقروئية والشمولية.

تتم كتابة المقالات باللغة الإنجليزية الواضحة والموجزة. وغالبا ما تكون مكتفية ذاتيا، ولكـن عنـدما لا تكون كذلك فإنه يوجد إشارات إلى مقالات أخرى التي أما تكون مساعدة على الفهم أو تقدم مزيد مـن المعلومات. إذا لم تكن متأكدا من القسم الفرعي للمقال الذي تبحث عنه، فإن هناك فهرسًا شاملاً لإرشادك مباشرة إليه، وفي الوقت نفسه، فإن الأقسام الفرعية نفسها مكتوبة بأكبر قدر ممكن من الاسـتمرارية، لـذلك إذا كنت بعد استعراض شامل لنظرية الكم، سيعمل هذا القسم الفرعي للفيزياء كمقالة يمكن قراءتهـا مـن البداية إلى النهاية.

العلوم 1001 هو كتاب كبير حول موضوع أكبر. أتمني لك الاستمتاع به.

پول پارسونز (Paul Parsons)

باث، إنجلترا، فبراير

الأرض

جاء كوكبنا الأم، كوكب الأرض، إلى حيز الوجـود في صـورة شـظايا ولـدها النظام الشمسي تجمعت حول الشمس حديثة العمر منذ 4.5 مليار سـنة. أمـا نشأة البشر فلم تكن سوي في الألفي سنة الأخيرة. وإذا تم تمثيل الـزمن منـذ تكون الأرض بأنه 24 ساعة فإن جنسنا البشري يكون قـد ظهـر خـلال الـثلاث ثوان الأخيرة.

لكن البشر لا يدركون ذلـك إدراكًـا كبـيرًا؛ فمنـذ القـرن العـشرين يعتقـد العلماء- وأبرزهم عالم الفيزياء البريطاني ويليام تومسون (ويعرف أيضًا باسـم اللورد كيلفن)- أن عمر الأرض يساوي 100 مليون سنة فقط، وقد بنى كيلفن زعمـه عـلى أوقـات التبريـد، لكنـه تجاهـل الفيزيـاء المعقـدة لبـاطن الأرض

كما تجاهل عاملًا آخر لم يكن قد اكتـشف حينهـا- وهـو النـشاط الإشـعاعي، وهو تأثير يتسبب في توليد المزيد من الحرارة في باطن الأرض

حتى اليوم لا تـزال الأرض نظامًـا ديناميكيًـا معقـدًا لا يمكـن للعلـماء أن يدعوا فهمهم الكامل له. وأكثر ما هـو مجهـول هـو التغـير المنـاخي، فمنـاخ الأرض نظام حساس بصورة ملحوظة، يتحدد سلوكه من خلال عوامـل كثـيرة - ليس فقط الملوثات التي يصنعها الإنسان، لكن أيضًا يتحدد بتوزيـع الـسحب، والنشاط البركاني وتيارات المحيطات وهلم جرا.

على الرغم من علمنا بحدوث الاحتباس الحراري، وأنه على الأرجح بسبب مـا تقترف أيدينا إلا أن مدى تحوله إلى ما هو أسـوأ، ومـا يمكننـا فعلـه (إذا كـان هناك ما يمكن فعله) حيال ذلك لن يكون واضحًا إلا خلال السنوات والعقود القادمة.

علوم الأرض

الأرض المنحنية

كوكبنا، كوكب الأرض هو كرة دوارة من الصخور والمعادن والغازات والسوائل، قطرها حوالي 13000 كم (مايزيد على 25000 ميل)، ومحيطها يزيد عن 40000 كم. وتستمد الأرض شكلها الكروي من الجاذبية، وهي القوة التي تجعل الأنهار تتدفق إلى الأسفل، ولها نفس التأثير على المواد الصلبة التي تتكون منها الأرض- فهي تميل إلى تسوية سطح الكوكب حتى يكون كل شيء على أبعاد متساوية من المركز، والشكل الوحيد الذي يتحقق فيه ذلك هو الكرة. وقد عملت الجاذبية إلى حد بير على تسوية التكتلات والمطبات على سطح الأرض لتجعله أملس بدرجة تفوق كرة بلياردو، لكن الأرض ليست كروية تمامًا؛ فالكوكب يدور تقريبًا مرة كل 24 ساعة مما يتسبب في تولد قوة خارجية تجعله أكثر امتلاءً عند خط الاستواء عما هو عليه عند القطبين بحوالي 43 كم (27 ميل). ويطلق العلماء على هذا الشكل المسطح اسم "كروي مفلطح".

خط الاستواء

خط الاستواء هو خط وهمي يقسم الأرض إلى نصفي كرة متساويين يعرفان باسم نصف الكرة الأرضية الشمالي ونصف الكرة الأرضية الجنوبي، وهو يشكل مستوى متعامد على محور دوران الكوكب، وهناك خطان وهميان آخران يحيطان بالأرض موازيين لخط الاستواء يطلق عليهما مدار السرطان، ومدار الجدي وهما دائرتي عرض 23.5 شمالًا، وجنوبًا على الترتيب، والمنطقة الدافئة التي تقع بينهما تعرف باسم المنطقة المدارية.

خارج تلك الحدود هناك المنطقة الشمالية المعتدلة والمنطقة الجنوبية المعتدلة،وفيهما تكون درجات الحرارة أقل كثيرًا، وتمتدان حتى الدائرة القطبية الشمالية، والدائرة القطبية الجنوبية- المناطق القطبية الباردة للأرض (تبدءان من دائرة عرض 66.5 شمال وجنوب خط الاستواء) حيث تنهار درجات الحرارة حقًا.

القطبين

تخيل أنك تسافر بعيدًا جدًا شمال أو جنوب سطح الأرض، وأنك ترسم دوائر موازية لخط الاستواء على سطح الكوكب أثناء تحركك. كلما تحركت مبتعدًا عن خط الاستواء أصبحت الدوائر أصغر فأصغر حتى تتقلص في نهاية المطاف لتصبح نقطتين أحدهما أعلى الكوكب والأخرى أسفله وتعرف هاتان النقطتان باسم القطبين.

في الواقع، للأرض مجموعتان مختلفتان من الأقطاب: القطبين الجغرافيين، ويتحددان بدوران الكوكب بحيث أنك إذا استطعت أن تضع الكوكب على سيخ شواء عملاق- تقوم الأرض بدورة الليل/النهار من خلال الدوران على هذا السيخ - فإن هذا السيخ سيظهر عند القطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي. لكن للأرض أيضًا قطبين مغناطيسين مثل قطبي القضيب المغناطيسي، نتيجة التيارات الكهربية في قلب الأرض. يتغير القطبان المغنطيسيان من سنة إلى أخرى؛ ففي عام 2005 كان القطب الشمالي المغناطيسي على بعد 7 درجات من القطب الشمالي الجغرافي بينما كان القطب الجنوبي المغناطيسي تقريبًا على بعد 30 درجة.

دوائر العرض وخطوط الطول



أي شخص سبق له أن لعب لعبة"حرب السفن" يعرف كيفية عمل نظام الإحداثيات. فضاء ثنائي الأبعاد مقسم إلى شبكة وتمثل الأرقام على كل جانب من الشبكة أزواج الإحداثيات التي تدل على كل مربع فريد من مربعات هذه الشبكة، وهذا هو الأساس الذي تقوم عليه إحداثيات دوائر العرض وخطوط الطول ؛ لا يوجد فرق سوى أن الأرض كرة وليست

سطحًا مستويًا ثنائي الأبعاد إذن كل إحداثي له زاوية حول الكرة، وبالتـالي عـلى سـبيل المثـال النقطتـان المتقابلتان على سطح الكرة تقعان على بعد 180 درجة من بعـضهما الـبعض، بيـنما التحـرك 360 درجـة حول الكرة يعيدك حيث بدأت.

الإحداثي الأول هو دائرة العرض ويقاس بمحاذاة خط مواز لخط الاستواء الذي يأخذ دائرة العرض صفر، وبالتالي يكون للقطبين الشمالي والجنـوبي دائـرتي عـرض +90، و-90 عـلى الترتيـب. أمـا خطـوط الطـول فتعطى بالمسافة حول خط الاستواء، وتعرف نقطة الصفر باسم خط الزوال الأول، وهو خط يربط بـين القطبين الشمالي والجنوبي ويمر بالمرصد الملكي بمدينة جرينتش في لندن، وتـضاف اللاحقـة شرقًـا (E)، أو غربًا(W) إلى إحداثي خط الطول لبيان ما إذا كانت المسافة مقاسة شرق أم غرب خط الزوال الأول. تقرأ الإحداثيات على سطح الكوكب عادة بحيث تذكر دائرة العرض متبوعة بخط الطول مثلًا تقع نيويـورك عند دائرة عرض 41 شمالًا وخط طول 73 غربًا.

اليوم والسنة

يتحدد طولا اليوم والسنة على كوكب الأرض من خلال دورانه حـول محـوره ومـداره حـول الـشمس. أثنـاء دوران الأرض تبدو الشمس وكأنها تعبر السماء من الشرق إلى الغرب، ويعرف اليوم الواحد على إنـه الوقـت الذي تستغرقه الشمس في العودة إلى نفس النقطة في السماء بعد إكـمال دورة واحـدة. تـدور الأرض حـول محورها مرة كل 23 ساعة و56 دقيقة و4 ثوان لكن في هذا الوقت تكون الأرض قد تحركـت حـول الـشمس قليلًا نتيجة لمدارها مما يعني أن الأرض لابد أن تدور أكثر قليلًا حتى تعود الشمس إلى نفـس النقطـة التـي كانت عليها في اليوم السابق، وهذا الوقت الإضافي الذي تأخذه يجعل اليوم يصل إلى 24 ساعة.

مدار الأرض يحملها حول الشمس مرة كـل 365.25 يـوم وهـذا هـو منـشأ تعريفنـا للـسنة. طـول سـنة التقويم العادية 365 يومًا فقط لكننا نعوض نقص الربع يـوم بإضـافة يـوم إلى التقـويم مـرة كـل أربـع سنوات- وتسمي تلك السنة بالسنة الكبيسة. أحيانًا يلزم تصحيح الميـل الـضئيل في مـدار الكوكـب عـن طريق إضافة "ثوان كبيسة".

المناطق الزمنية

دوران الأرض يعني أن دائمًا هناك نهار في مكان ما من الكرة الأرضية بينما في الجزء المقابل منها يكـون الوقت ليلًا ولهذا السبب قمنا بعمل ما يسمى المناطق الزمنية، مما يعني أن عليك إعادة ضبط ساعتك عند السفر إلى منطاق نائية. غالبًا ما تتحدد المناطق الزمنيـة مـن خـلال خطـوط الطـول- لـذلك يعتـبر التوقيت عنـد خـط الـزوال الأول هـو نقطـة الـصفر، ويعـرف هـذا التوقيـت باسـم توقيـت جـرينتش Greenwich Mean Time (GMT) ، أو عـلى النطـاق الـدولي يعـرف باسـم التوقيـت العـالمي المنـسق Coordinated Universal Time (UTC). بعض الدول مساحتها كبيرة بحيث تضم بين حدودها العديد مـن المناطق الزمنية؛ على سبيل المثال: في الولايـات المتحـدة هنـاك فـرق توقيـت قـدره أربـع سـاعات بـين السواحل الشرقية والسواحل الغربية.

خط التاريخ الدولي

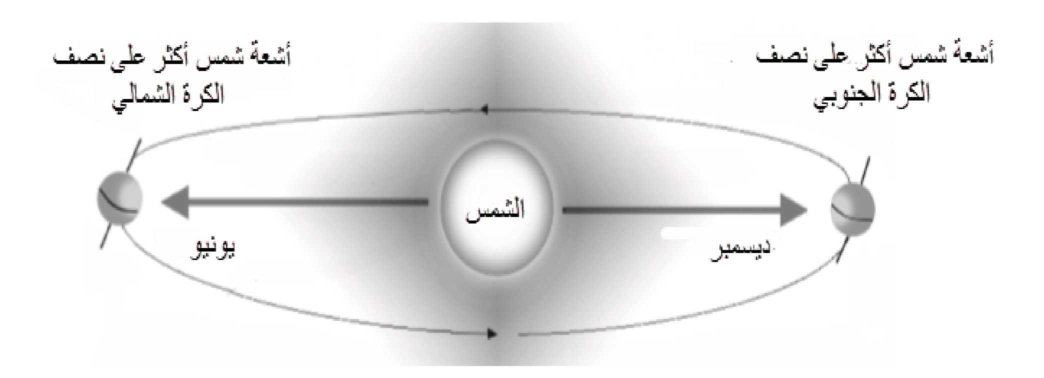
وجود مناطق زمنية حول العالم لا يعني فقط أن التوقيـت يختلـف مـن دولـة إلى أخـرى بـل أن اليـوم نفسه يختلف أيضًا. وبذلك فإنه لابد أن يبدأ يوم جديد في مكان ما- وتعرف هـذه النقطـة باسـم خـط التاريخ الدولي (IDL)، وهو خط له طول ثابت، ويمر خلال القطبين الشمالي والجنـوبي ويقـع عـلى بعـد 180 درجة حول الكوكب من خط الزوال الأول.

فرق التوقيت بين خط التاريخ الدولي وخط الزوال الأول اثنتا عشرة ساعة لذلك، عـلى سـبيل المثـال إذا كانت الساعة عند خط الزوال الأول الثالثة مساء اليوم العاشر مـن شـهر ديـسمبر، سـتكون عنـد خـط التاريخ الدولي الثالثة صباحًا لكنها ستكون الثالثة صباح اليوم نفسه ؛العـاشر مـن ديـسمبر شرق الخـط وستكون الثالثة صباح اليوم التالي؛ الحادي عـشر مـن ديـسمبر غربـه، إذن إذا كنـت في رحلـة بالطـائرة محلقًا فوق خط التاريخ الدولي، فسيقفز التوقيت 24 ساعة عندما تجتازه مما يجبرك على إعـادة ضـبط ليس فقط ساعتك بل تقويمك أيضًا.

فصول السنة

أثناء دوران الأرض حول الشمس تمر بدورات من الدفء والبرودة تعرف باسم فصول السنة، سببها ميل الأرض بالنسبة لمستواها المداري حول الشمس. وهذا الميل يساوي 23.5 درجـة مـما يعنـي أن في جـزء من السنة يكون نصف الكـرة الأرضـية الـشمالي مـائلًا باتجـاه الـشمس- بحيـث يكـون ضـوء الـشمس وحرارتها مركزين على مساحة أصغر من المساحة عندما تكون الأرض عند النقطة المقابلـة مـن مـدارها بعد نصف سنة. الموضع الأول يقابل فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي والموضع الآخـر هـو الـشتاء. وفي الوقت الذي يميل فيه نصف الكرة الأرضية الشمالي نحو الشمس يميل النصف الجنوبي مبتعدًا عنها - ولهذا السبب يستمتع من هم في الجنوب من خـط الاسـتواء بفـصل الـصيف في ديـسمبر والـشتاء في يونيو.

في المناطق المعتدلة الشمالية والجنوبية يوجد أربعة فصول بينما في المناطق المدارية يكون المناخ دافئًـا بشكل مستمر والتغيرات الطفيفة الناتجة في درجات الحرارة تظهر على هيئة تغير في مستويات هطول الأمطار مما يقسم السنة بصورة عامة إلى فصلين: رطب وجاف. أما خطوط الطول المرتفعة عنـد الكـرة القطبية الشمالية والجنوبية تعني أن ميل الأرض يجعل هذه المنـاطق تـنغمس في ظـلام مـستمر لمـدة ستة أشهر خلال الشتاء متبوعة بستة أشهر في نهار مستمر بلا غروب للشمس.



تأثير كوريوليس

تأثير كوريوليس هو ظاهرة يسببها دوران الأرض الذي يميل إلى جعل الهواء في نصف الكرة الشمالي يدور على هيئة دومات في اتجاه عكس عقارب الساعة، وجعله يدور في دوامات مع عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. في كل يوم تتم الأرض دورة كاملة- 360 درجة- لكن خط الاستواء هو الجزء الأكثر اتساعًا على الكوكب لذلك يدور سطح الكوكب عنده أسرع-1670 كم/س (1038 ميل في الساعة). بالمقارنة مع سرعة الدوران عند دائرة عرض نيويورك (41 شمالًا) التي تبلغ فقط 1260 كم/س (782 ميل في الساعة)، ويرجع سبب تأثير كوريوليس إلى هذا الفرق في السرعة الذي يؤدي إلى الحركة الدوامية في الغلاف الجوي المسئولة عن أنظمة الطقس بما فيها الأعاصير، وكثيرًا ما يقال أن الاتجاه الدوامي لمياه حوض الاستحمام أثناء تصريفها يرجع إلى تأثير كوريوليس أيضًا، لكن الأمر ليس كذلك- فتحريك الماء في الاتجاه المعاكس بسرعة باستخدام إصبعك سوف يؤكد ذلك.

المبادرة

تهتز لعبة الأطفال النحلة الدوارة من جانب إلى آخر أثناء دورانها فيما يعرف بظاهرة المبادرة. في الحقيقة، تظهر ظاهرة المبادرة على كل الأجسام الدوارة - ولا نستثني الأرض من ذلك. فمحور دوران كوكبنا يتذبذب حول موضعه المركزي ويعود إلى نقطة البداية كل 26 سنة وهذا يغير من سماء الليل؛ دوران الكوكب يجعل القبة السماوية تظهر وكأنها تدور.و في الوقت الحاضر يشير محور دوران الأرض نحو النجم بولاريس- المعروف بالنجم القطبي- لكنه كان يشير نحو نجم ثعبان منذ 5000 سنة، أما عام 14000 ميلاديًا سيصبح الدور الذي يقوم به النجم بولاريس الآن من نصيب النجم الساطع (النسر الواقع) في كوكبة القيثارة.

المبادرة هي أحد أكبر الظواهر العديدة التي تتسبب في إزاحة محور دوران الأرض. من الظواهر الأخرى: "الترنح" وهو تذبذب صغير للمحور حول مسار مبادرته، و"الحركة القطبية"- تغير ضئيل وغير متوقع تسببه عوامل مثل تيارات المحيط والرياح.

عصور الأرض

الزمن السحيق

يمتد تاريخ كوكبنا امتدادًا هائلًا؛ 4.5 مليار سنة (4500000000). تمامًا كما نقسم نحن السنة إلى شهور وأسابيع وأيام يقسم العلماء ماضي الأرض إلى وحدات يسهل التعامل معها، وأكبر هذه الوحدات يسمى "الدهور العظيمة" (super aeons) والتي تمتد عدة مليارات من السنين؛ ويضم تاريخ كوكبنا دهرًا عظيمًا واحدًا فقط- يسمى الدهر العظيم قبل الكمبري (precambrian). يأتي بعد ذلك "الدهور" (aeons) التي تمتد ما بين 500 مليون سنة و2 مليار سنة، وتنقسم الدهور إلى "حقب" ((eras كل منها بضع مئات من ملايين السنين، والتي تنقسم بدورها إلى "فترات" (periods) تستمر كل منها عدة عشرات من ملايين السنين، ثم "العهود" (epoches) والتي تتراوح عادة ما بين 10 إلى 20 مليون سنة، وأصغر وحدات الزمن السحيق هي "العصر"(age) والذي يكون عادة بضع ملايين من السنين أو أقل.

في حين أن وحدات الوقت اليومية التي نستخدمها لها مدد ثابتة، المدد الدقيقة لوحدات الزمن السحيق تتحدد من التراصف والسجل الأحفوري؛ فكل فصل من فصول ماضي الأرض يناظر طبقة من الصخور في السجل والتي يمكن التعرف عليها وتحديد تاريخها باستخدام علم الآثار. الفرق في الزمن بين الطبقة التي تقع في قمة السجل وتلك التي تقع في آخره يحدد المدة الزمنية لدهر معين أو حقبة أو فترة أوعهد.

الدهر الجحيمي (**Hadean aeon**)

الدهر الجحيمي هو أول دهر في تاريخ الأرض ويمتد منذ 4.5 مليار سنة إلى 3.8 مليار سنة مضت، وهو فترة زمنية شهدت تكون النظام الشمسي وكوكب الأرض والقمر خلال الحدث الهائل المعروف باسم "الدفقة الكبيرة". وتكونت أقدم معادن وصخور الأرض في هذه الفترة وقد تكون أُقدم أشكال الحياة قد تكونت فيه أيضًا.

كان الحدث العظيم الذي حدث في نهاية الدهر الجحيمي هو القصف الشديد المتأخر،

وخلاله تخلل وابل من التأثيرات الكونية النظام الشمسي الداخلي، ومعظم الفوهات الموجودة على سطح القمر حاليًا ناتجة عن العاصفة الثلجية الكونية القديمة. قد يكون القصف الشديد المتأخر حدث نتيجة انتقال أحد الكواكب العملاقة- مثل نبتون- نحو الخارج في النظام الشمسي مما تسبب في الإخلال بالأجسام الصغيرة أثناء انتقاله.

الدهر الأركي (**Archean aeon**)

يأتي الدهر الأركي مباشرة بعد الدهر الجحيمي ويمتد من 3.8 مليار سنة إلى 2.6 مليار سنة مضت[1](bya). يعتقد أن الحياة النباتية القادرة على القيام بعملية البناء الضوئي قد نشأت في هذا الدهر عندما تكونت القارات أيضًا ويعتقد كذلك أن النشاط التكتوني قد بدأ في هذا الدهر إلا أن تخطيط القارات كان مختلفًا تمامًا عما هو عليه في خريطة العالم اليوم-معظم كتلة اليابسة مركزة في قارة عظمى كبيرة قد تتفكك في المستقبل خلال انجراف قاري، وكانت المياة السطحية وفيرة. ينقسم الدهر الأركي إلى أربع حقب- الحقبة السحيقة الأولى (Eoarchean) (3.8-3.6 bya)، الحقبة السحيقة المبكرة (paleoarchean) (3.6-3.2 bya)، الحقبة السحيقة الوسطى(Mesoarchean) (3.2-2.8 bya) والحقبة السحيقة الحديثة (Neoarchean) (2.8-2.6 bya). وترجع أقدم بقايا الحفريات المعروفة إلى الحقبة السحيقة المبكرة من الدهر الأركي.

الدهر الفجري (**Proterozoic aeon**)

الدهر الفجري هو أطول الدهور، وخلاله ظهرت أولى الكائنات الدقيقة متعددة الخلايا، ويمتد من 2.6 مليار سنة إلى 0.57 مليار سنة (bya) وينقسم إلى ثلاث حقب. خلال الحقبة السحيقة المبكرة (Palproterozoic era) (2.6-1.6) مليار سنة مضت أصبح الغلاف الجوي محتويًا على الأكسجين بفعل البيكتريا التي كانت تقوم بعملية البناء الضوئي، وكان هناك أيضًا مظاهر لأشكال حياة الكائنات حقيقية النواة، بعد ذلك جاء

(1) مليار سنة مضت billion years ago

العصر السحيق الأوسط (1.1- 1.6) (Mesoproterozoic era) مليار سنة مضت) وجاء معه تطور التناسل الجنسي، وأخيرًا انتهي الدهر بالعصر السحيق الحديث (1.1-0.57) (Neoproterozoic era) مليار سنة مضت عندما حل عصر جليدي قاس -كما هو معتقد. يشكل كل من الدهر الجحيمي والأركي والفجري معًا الدهر العظيم قبل الكمبيري.

الحقبة الأولية (**Paleozoic**)

بعد الدهر الفجري جاء دهر الحياة الظاهرة الذي بدأ منذ.0.57 مليار سنة مضت ولا يزال ممتدًا حتى وقتنا الحاضر. الحقبة الأولية هي أول حقب هذا الدهر امتد من 570 مليون سنة مضت حتى 248 سنة مضت، وتنقسم إلى ست فترات: الفترة الكمبرية (570-470) (the Cambrian period) مليون سنة مضت)، الفترة الأوردوفيكية (438-470) (Ordovician مليون سنة مضت)،و الفترة السيلورية (408-438) (Silurian) مليون سنة مضت)، الفترة الديفونية (360-408) (Devonian مليون سنة مضت)،الفترة الكربونية (360-285) (Carboniferous مليون سنة مضت) والفترة البرمية (Permian)

تظهر صخور الفترة الكمبرية زيادة ملحوظة في عدد الحفريات على هيئة طفرة نمو للحياة اتخذت من المحيطات مكانًا لها- وتعرف بالانفجار الكمبري- وأدت إلى ظهور الحيوانات البحرية قاسية القشرة، واستمرت حتى الفترة الأوردوفيكية. أما الفترة السيلورية فقد شهدت بداية انتقال الحياة من البحار إلى اليابسة- النباتات أولًا ثم بعد ذلك، في الفترة الديفونية ظهر أول حيوان على اليابسة مع وجود الأسماك الفقارية المزدهرة في المحيطات. وفي الفترة الكربونية أصبحت كتلة أكبر من اليابسة مغطاة بالغابات الخضراء الأمر الذي هيأ موطنًا للآهلين الجدد. أما الحشرات فقد ظهرت في الفترة البرمية ونمت بأعداد كبيرة نتيجة توافر الأكسچين الذي نتج عن غابات الأرض خلال عمليات البناء الضوئي. وفي نهاية الفترة البرمية حدث انقراض جماعي أتى على العديد من فصائل الحشرات ممهدًا الطريق لظهور الزواحف والبرمائيات.

الحقبة الوسيطة (**Mesozoic era**)

ثاني حقب دهر الحياة الظاهرة، امتد من 248 مليون سنة مضت وحتى 65 مليون سنة مضت، وهو الوقت الذي سادت فيه الديناصورات الأرض ولهذا السبب تعتبر غالبًا أنها "حقبة الزواحف"، وتنقسم إلى ثلاث فترات تبدأ بالفترة الترياسية (Triassic period) (248-213 مليون سنة مضت) والتي تركزت فيها معظم كتلة الأرض مجددًا في قارات عظمى عملاقة، وشاع ظهور الزواحف والبرمائيات على اليابسة؛ وفي الوقت نفسه تطورت كائنات عملاقة في البحار.

كانت ذروة الديناصورات في الفترة الجوراسية (the Jurassic period) (213-144 مليون سنة مضت)، كما ازدهرت الحياة النباتية في هذه الفترة أيضًا- السرخس، والصنوبريات والغابات الكثيفة التي احتضنت الكوكب. وقد حلقت الحيوانات لأول مرة في السماء أيضًا بظهور التيروصورات (الديناصورات الطائرة)، وأول الطيور ذات الريش. وقد انتهي العصر بالفترة الطباشيرية (the Cretaceous period) (144-65 مليون سنة مضت)، وقد عاش العديد من فصائل الديناصورات الشهيرة - ومنها فصيلة التيرانوصور ركس، وفصيلة فيلوسيرابتور الذكية- خلال هذه الفترة. أنهي التأثير الكوني لمذنب أو كويكب ما على الأرض هذه الفترة ومحى وجود الديناصورات.

الحقبة الحديثة (السينوزوية) (**Cenozoic era**)

نحن الآن في الحبة الحديثة التي تمتد من زمن انقراض الديناصورات منذ 65 مليون سنة مضت وحتى وقتنا الحالي. بعد زوال الديناصورات، ورثت الثدييات كوكب الأرض، وهي مخلوقات ذوات دم حار تطورت من الحيوانات الصغيرة مثل القوارض لتملأ الفراغات التطورية التي خلفتها الديناصورات، وقد تطورت الطيور لتصل إلى شكلها الحالي.

تنقسم الحقبة الحديثة إلى ثلاث فترات- الفترة البالوچينية (the Paleogene period)= (65-23 مليون سنة مضت)، والفترة النيوچينية (Neogene period) (23-2.6 مليون سنة مضت، والفترة الرباعية (Quaternary period) (2.6مليون سنة مضت وحتى وقتنا

الحالي). يعتقد إنه على الأرجح في نقطة ما بين 5 إلى 7 مليون سنة مضت ظهر السلف المشترك لكل من الشمبانزي والإنسان الحديث. وهناك بعض مخططات التسمية التي تدمج الفترتين: الباليوجينية، والنيوجينية تحت فترة واحدة تسمى الفترة الثلاثية (Tertiary)

الفترة الرباعية **(Quaternary period)**

تعيش الأرض حاليًا في الفترة الرباعية، وهي آخر فترات الحقبة الحديثة؛ وقد بدأت قبل 2.6 مليون سنة مضت،و في بداية هذه الفترة كانت القارات تقريبًا كما هي الآن، وفي وقت لاحق، طغت العصور الجليدية الأربعة على كوكب الأرض بسبب توسع القطبين الشمالي والجنوبي مما أدى إلى تغطية أجزاء كبيرة من الكوكب بالجليد؛ وقد انتهي أحدث العصور الجليدية منذ حوالي 10000 سنة مضت.

تنقسم الفترة الرباعية إلى عهدين- العهد البليستوسيني (the Pleistocene epoch) أو العهد الحديث الأقرب (يمتد منذ 2.6 مليون سنة إلى ما قبل 11700 سنة مضت)، والهولوسين (the Holocene epoch) (يمتد منذ 11700 سنة مضت وحتى وقتنا الحاضر). ربما يكون أبرز ما شهده البليستوسين هو ظهور الإنسان الحديث، وقد ظهرت سلالتنا، سلالة الإنسان العاقل لأول مرة في أفريقيا مابين 100000 إلى 200000 سنة مضت وانتشرت سريعًا لتستعمر العالم. وخلال العهد الهولوسيني (the Holocene epoch) أصبح الإنسان بارعًا في الزراعة، الأمر الذي أدى بدوره إلى تطور الحضارة.

طبيعة الأرض

علم التضاريس **(topography)**

يعرف العلم الذي يرتكز عليه "وضع الأرض" باسم علم التضاريس وهو يهدف إلى رسم شكل ثلاثي الأبعاد لسطح الأرض، وتوضح الخريطة التضاريسية لمنطقة ما والتي تعرف أيضًا باسم الخريطة المجسمة (relief map) المسقط الرأسي باستخدام نظام من "الخطوط الكنتورية". يمكن تخيلها على أنها سلسلة من الشرائح الأفقية التي تبتعد عن

بعضها مسافات متساوية خلال السطح الأرضي، ثم يتم إسقاط إطارات هذه الشرائح على صحيفة مسطحة من الورق (انظر الشكل). تشير الأرقام إلى ارتفاع كل خط كنتور، وكلما كانت خطوط الكنتور أقرب إلى بعضها البعض كانت التضاريس أكثر انحدارًا.

للحصول على خرائط مجسمة دقيقة لابد للمساحين من أخذ قياسات دقيقة للأرض ويتحقق ذلك باستخدام أجهزة في الموقع لقياس ميل الأرض وزوايا ارتفاع معالم السطح. ويستخدم أيضًا التصوير الجوي حيث تجمع البيانات من الفضاء. في عام 2000 استخدم مكوك الفضاء إنديفور رادارًا لرسم تضاريس الأرض بتفاصيل غير مسبوقة.

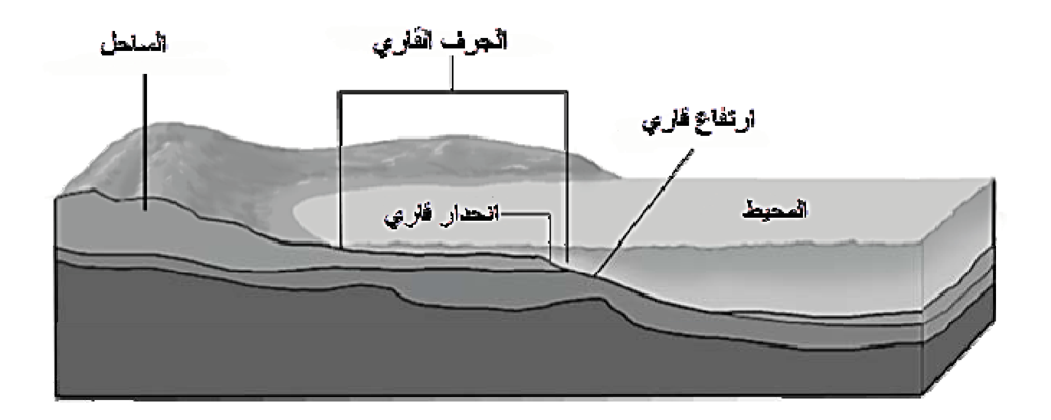
مسقط جانبي لسطح الأرض

خرائط كنتور ملونة طبقًا للمسقط الرأسي

القارات

القارات هي التكتلات الأرضية العظمى التي تشكل الأرض، وتشغل حوالي 29% من سطح الكوكب، بينما تشغل المسطحات المائية النسبة المتبقية. يوجد سبع قارات: آسيا، وأفريقيا، والقارة القطبية الجنوبية، وأستراليا، وأوروبا، وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية؛ وجميعها تقريبًا أما يفصل بينها مساحات من المحيطات أو كانت كذلك فيما مضى بسبب الانجراف القاري، ويستثنى من ذلك أوروبا وأسيا اللتان كانتا متصلتين دائمًا؛ ولهذا السبب تصنفان في بعض التصنيفات على أنهما قارة واحدة تسمى أوراسيا. أما القارة القطبية الجنوبية فتم تصنيفها قارة بسبب وجود أرض يابسة تحت الجليد؛ بينما المنطقة القطبية الشمالية لا تصنف كذلك؛ لأنها مجرد سطح جليدي يطفو على بحر.

ارتفاع مياه المحيط يعني أن حواف القارات في الواقع منغمرة، وهي حدود تعرف باسم "الجرف القاري"، وبعدها ينحدر قاع المحيط بشدة. يتراوح عرض الجرف القاري من بضع كيلومترات إلى آلاف الكيلومترات.



الجزر

الجزر هي أجزاء من اليابسة تفصلها المياه عن القارات الرئيسة ولها ثلاثة أنـواع أساسـية. الجـزر القاريـة، مثل المملكة المتحدة، وهي جزء من الكتلة الأرضية القارية القريبة منها- وهي قارة أوروبا في هذا المثـال- لأنها تقع فوق جرف هذه القارة، وهناك أمثلةأخرى أيضًا مثل: تسمانيا، وسومطرة وجرينلاند (التـي هـي جزء من قارة أمريكا الشمالية)، وعلى النقيض من ذلك نجد الجزر المحيطية التي لا ترتبط بأي كتل يابسة لكنها غالبًا نشأت عن براكين تحت سطح البحر، أو نشاط الصفائح التكتونية مما أدى إلى دفع قـاع البحـر إلى الأعلى.. تشكلت جزيرة ماكواري في المحيط الهادئ تكتونيًا؛ بينما جـزر هـاواي جـزر بركانيـة. وتعـرف مجموعة الجزر التي تشكلت تكتونيًا باسم أرخبيل. النوع الثالث هو الجزر المرجانيـة والتـي ترتكـز عـلى الشعاب المرجانية والهياكل العظمية للمخلوقات البحرية الصغيرة التي تكونت حول الجزر البركانيـة التـي هدأت منذ ذلك الحين. جزر المالاديف في المحيط الهندي تنتمي إلى الجزر المرجانية.

الأنهار الجليدية

تعرف الكتل الشاسعة من المياه العذبة المتجمدة التي تغطي السطح باسم الأنهار الجليدية؛ وهي تتكون في المناطق منخفضة درجة الحرارة حيث يفوق معدل ترسـب الجليـد والثلـوج معدل الذوبان والتعرية لسنوات كثيرة جدًا. كل القارات ماعـدا أسـتراليا لهـا أنهـار جليديـة وتوجد أمثلة مبهرة في نيوزيلندا وألاسكا والتبـت. وتـشكل الأنهـار الجليديـة أكـبر احتيـاطي

عالمي للمياه العذبة وهذا هو السبب وراء القلق الكبير من احتمالية ذوبانها نتيجة التغيرات المناخية والذي سيسبب ارتفاعًا كارثيًا في مستوى سطح البحر.

عندما تندمج الأنهار الجليدية لتغطي مساحة كبيرة من الأرض ينتج سطح خال من التضاريس يعرف باسم "الصفيحة الجليدية". توجد الصفائح الجليدية في جرينلاند، والقارة القطبية الجنوبية إلا أنها خلال العصور الجليدية يمكنها أن تغطي جزءًا كبيرًا من سطح الأرض. تتحرك الأنهار الجليدية عبر اليابسة بسبب الضغط الذي يسببه وزن الكائنات الجليدية على السطح مما يجعل الجليد بكل ما تحمله الكلمة من معنى ينضح إلى الخارج وينتشر. ويمكن للجليد الانتشار بهذه الطريقة بمقدار عشرات الأمتار يوميًا تاركًا ندبات على السطح أثناء مروره به، وحاملًا الدليل على وجود الأنهار الجليدية في الماضي. وعند التقاء نهر جليدي مع ساحل يصبح بإمكانه أن ينتشر مكونًا " جرف جليدي"، وتعرف الأجزاء التي تتفكك من الجرف وتطفو بحرية باسم "الجبال الجليدية".

الجليد البحري

الجليد البحري - على عكس الجبال الجليدية التي تتفكك من نهر جليدي ساحلي- يتكون عندما تتجمد مياه المحيط نفسه. ويؤدي المحتوى الملحي في المحيطات إلى انخفاض نقطة تجمد المياه من صفر مئوية إلى -1.8 مئوية. تغطي قشور شاسعة من الجليد البحري المحيط داخل الدائرة القطبية الشمالية مكونة الغطاء القطبي الشمالي. معظم الجليد البحري يكون كتل صلبة إلا إنه عند ارتفاعات أقل حيث تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع تبدأ هذه الحقول الجليدية العملاقة في التفكك إلى أجزاء أصغر تسمى "الجليد الطافي". الجليد البحري على سطح الأرض ظاهرة موسمية حيث تزداد تغطية الجليد لسطح المحيط في الشتاء ثم تنخفض مجددًا في شهور الصيف.

الجبال

الجبال هي نتوءات صخرية شاهقة تغطي 24% من كتلة اليابسة على الأرض. ويمكن تشكيلها بطرق عدة. المناطق ذات الصفائح التكتونية النشطة تحرك الأرض بعنف لتكون

التضاريس الوعرة. وبالمثل، يمكن لتصادمات الصفائح التكتونية أن تتسبب في تكون سلاسل الجبال بسبب التواء الأرض إلى الأعلى عند التصادم،. وقد تكونت سلاسل الهيمالايا بهذه الطريقة عندما اصطدمت الصفيحة الهندية الأسترالية بأوراسيا منذ 70 مليون سنة. وهناك جبال أخرى بركانية تكونت بالتراكم التدريجي للحمم البركانية المندلعة.

قمم الجبال تكون باردة بسبب ارتفاعها عن الأرض الدافئة، وتهبط مستويات الأكسچين كذلك بسبب انخفاض كثافة الغلاف الجوي نتيجة الارتفاع. من الناحية العلمية، هناك تعريفات عديدة للجبل، ففي الولايات المتحدة يكون المعيار هو أي تشكيل أرضي يتجاوز ارتفاعه 1000 قدم (305 ميل) بينما يكون أي ارتفاع في نطاق 501 إلى 999 قدم (153-304 ميل) مجرد تل.

الأنهار

الأنهار هي قنوات من المياه العذبة تتدفق من تضاريس مرتفعة مثل التلال والجبال عبر اليابسة نحو المحيط، ويتم تغذيتها بالشلالات، وبالذوبان الموسمي للجليد ومجاري المياه الجوفية. وهناك غالبًا مستويات فيضان مسطحة تمتد بمحاذاة ضفاف الأنهار، وهي مناطق زاد منسوبها مع الوقت بفعل تدفق المياه عند فيضان النهر على جانبيه بشكل دوري.

بعض الأنهار التي تحمل كمية كبيرة من الرواسب قد تشكل دلتا على شكل مثلث عند مكان اتصالها بالمحيط؛ حيث أن الرواسب تترسب في شكل مروحة واسعة وتتراكم تدريجيًا بمرور الزمن وتعيد تشكيل مصب النهر، والمثال على ذلك هو مصب نهر النيل في مصر الذي يتمتع بدلتا شهيرة عند موضع تلاقيه مع البحر المتوسط. والأنهار مسئولة جزئيًا عن ملوحة المحيطات فهي تجرف الأملاح والمعادن من الصخور خلال تدفقها.

الوديان

تسمى المنخفضات العميقة المنحوتة في الأرض أو غالبًا بين التلال أو الجبال باسم الوديان، هناك ثلاث آليات رئيسة تعمل على تشكل الوديان. الآلية الأولى هي تعرية

المياه- النهر الجاري على صفحة الأرض يسبب تآكل الصخور والتربة ليحفر قناة عميقة دائمة، والوديان التي تتكون بهذه الطريقة يكون مقطعها العرضي على شكل حرف (V)، وأودية الأنهار المتطرفة يمكن أن تصبح عميقة جدًا ومذهلة - مثل (جراند كانيون) بالولايات المتحدة الأمريكية.

من الممكن أن تتكون الوديان أيضًا بفعل الأنهار الجليدية- جدران ضخمة من الجليد تزحف خلال الأرض محطمة الصخور حيث أنها تندس في أضيق الشقوق لتشكل وديانًا مقطعها العرضي أشبه ما يكون بحرف (U)

النوع الأخير هو الوديان المتصدعة- التي تكونت خلال العمليات التكتونية التي تقوم بفصل الصفائح القارية عن بعضها لتكون صفيحتين جديدتين بينهما المحيط، ومن أمثلة تكون وادي متصدع الوادي المتصدع العظيم في شرق أفريقيا.

البحيرات

البحيرة هي بقعة متسعة من الماء يغذيها نهر ما لكنها ليست جزءًا من محيط. يمكن للبحيرات أن تتشكل خلال التجاويف الطبيعية بين التلال والجبال وفي المنخفضات في مستوى الأرض. وأحيانًا يمكن للأنهار أن تشكل البحيرات "الهلالية" حيث يميل منحنى جريان النهر إلى تفضيل ترسيب الطمي والرواسب على الضفاف الخارجية مسببًا قطع المنحنى مخلفًا وراءه بحيرة تشبه القوس (انظر الشكل)



تعرف البحيرات الأصغر باسم "البرك"؛ وتقول اتفاقية رامسار بشأن الأراضي الرطبة عام 1971 أن المسطحات المائية الداخلية التي يقل حجمها عن 8 هكتار (10000 متر مربع) يطلق عليها برك بينما المسطحات الداخلية الأكبر يطلق عليها بحيرات، وهناك ما

يربو على 300 مليون بركة وبحيرة في العالم، وأكبر تركز لها من نصيب كندا - حوالي 60% من بحيرات العالم- والسبب الرئيسي لذلك هو سوء الصرف.

الأراضي الرطبة

أحيانًا يحيط بالبحيرات والأنهار أراض رطبة مشبعة يطلق عليها الأراضي الرطبة؛ المناقع، والسَّبْخَات والمستنقعات جميعها أمثلة على الأراضي الرطبة ويمكنها أن تكون أما عذبة أو مالحة أو تكون في نقطة ما بين العذوبة والملوحة، ويعتمد ذلك على قربها من الساحل. واندماج المياه واليابسة يعني أن الأراضي الرطبة في كثير من الأحيان تتمتع بنظم بيئية ثرية تعج بأنواع عديدة من النباتات، والأسماك والثدييات، والزواحف، والبرمائيات. لكن قيمتها التجارية المحدودة قد وضعتها في خطر، ففي عام 1993 كتبت تقارير مفادها أن نصف الأراضي الرطبة حول العالم قد استُنزفت لزيادة إمكانيات التنمية وإنتاجية الأرض، ولهذه الأسباب تخضع الأراضي الرطبة الآن إلى جهود موسعة بهدف الحفاظ عليها. أكبر منطقة أراضي رطبة في الولايات المتحدة الأمريكية هي (فلوريدا إيفرجلادز)، وأكبرها في العالم يقع في سهول بانتال الفيضانية في جنوب أمريكا.

السهول

تشكل السهول الجزء الأكبر من الأراضي التي تغطي اليابسة على الأرض، ولها أشكال وأحجام عديدة- المروج العشبية والحقول الأوروبية، والبراري القاحلة في الولايات المتحدة والسافانا البرية الأفريقية والسهوب المقفرة والتندرا في شمال آسيا- وتشكلت جميعها بسبب مناخ وبيئة موقعها. يمكن أن تتشكل السهول بفعل التعرية، أو ترسب رواسب المياه، أو الجليد أو الرياح، أو ببساطة تجريف السطح بفعل مرور نهر جليدي. ويمكن أن تتواجد السهول في البقع القاحلة من الأرض، أو بين التلال، أو في أراضي الوديان أو المناطق الداخلية أو الساحلية. وبالإضافة إلى الدور المهم الذي تلعبه السهول في البيئة الطبيعية ساعدت أيضًا في تسهيل الزراعة وبناء الطرق والمدن.

الغابات والأدغال

يوجد أكبر تنوع بيولوچي على سطح الأرض في غابات الكوكب وأدغاله؛ تقدر نسبة الفصائل الحية التى يمكن تواجدها في الأدغال بنسبة 57% من جميع الفصائل الحية على سطح الكوكب. تغطي الأدغال والغابات معًا حوالي 36% من اليابسة الكلية على سطح الأرض. عند خطوط العرض، الأكثر من 53 درجة بعدًا عن خط الاستواء، حيث تكون درجات الحرارة أكثر انخفاضًا تتكون الغابات غالبًا من الأشجار الصنوبرية دائمة الخضرة. أما الأشجار النفضية التي تفقد أوراقها في فصل الشتاء فهي أكثر شيوعًا عند دوائر العرض الأقل بينما في حدود 10 درجات من خط الاستواء تكثر الغابات المطيرة- ومعناها: مساحات الغابات التي يهطل عليها كميات كبيرة من الأمطار. توجد الغابات المطيرة والأدغال في جنوب أمريكا، وفي أفريقيا وأسيا. درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة تجعل من الغابات المطيرة مرتعًا مزدهرًا للحياة، وأكثر مناطق الغابات المطيرة كثافة هي الأدغال- تجمع حي من الأشجار والزواحف والشجيرات المتشابكة.



الصحاري

الصحاري هي أكثر المناطق جفافًا وأقحلها على سطح الأرض، وتوجد في جميع القارات، وتتكون عندما يفوق المعدل الذي تتبخر به الرطوبة من الأرض معدل وصول الرطوبة إليها عن طريق هطول الأمطار. لعل من المدهش أن تكون أكثر الصحاري جفافًا على سطح الأرض هي أكثرها برودة؛ لم تهطل الأمطار على منطقة الأودية الجافة في المنطقة القطبية الجنوبية منذ أكثر من مليوني سنة، وأي مقدار متبق من الرطوبة يتجمد بفعل الهواء ثم تعصف به الرياح التي تبتل بها هذه المنطقة بانتظام بعيدًا بسرعة 320 كم/س (200

ميل في الساعة)، والمنطقة القطبية الجنوبية هي أكبر صحراء في العالم بمساحة 14 مليون كم مربع تقريبًا.

تتصحر العديد من المناطق الخضراء على سطح الأرض بفعل التغير المناخي والنشاط الزراعي غير المدروس- حرق الغابات والأدغال للحصول على أراضي صالحة للزراعة، وفرط استغلال المجاري المائية الطبيعية مثل الأنهار والمياه الجوفية. وقد ذكر تقرير في عام 2008 أن منطقة إنتاجية تقدر بحجم نبراسكا تتصحر سنويًا.

طبيعة جوف الأرض

الكهوف

تسمى التجاويف الطبيعية في التكوينات الصخرية الأرضية باسم الكهوف؛ والتي يمكن أن تكون كهوفًا صغيرة مكونة من تجويف واحد، أو شبكة مترامية الأطراف من الأنفاق والمغارات التي تؤدي بالمستكشف الجسور إلى أعماق سحيقة. وتتشكل الكهوف عن طريق سلسلة من العمليات المختلفة. يمكن لأحماض المياه الجوفية التفاعل مع الصخور الغنية بالمواد القاعدية مخلفة وراءها تجويفًا- وتعرف باسم"الكهوف المتحللة". ويمكن لتأثيرات التعرية مثل العوامل الجوية، أو التآكل المستمر نتيجة جريان الماء، أن تنحت كهوفًا في الصخر أيضًا- كما باستطاعة الاعتداءات البحرية شديدة الاصطدام أن تفعل ذلك أيضًا مما يفسر سبب غنى المنحدرات الساحلية بسلاسل الكهوف. وهناك كهوف أخرى تسمى "الكهوف الأولية" وهي التي تكونت في نفس الوقت الذي تكونت فيه الصخور المحيطة بها.

تتواجد الصخور في جميع أنحاء العالم، وبجميع الأشكال والأحجام: كهف الماموث في ولاية كنتاكي هو أطول كهوف العالم حيث يبلغ طوله 591 كم (367 ميل)، وكهف فورونيا في أبخازيا بجورجيا هو أعمقها حيث يمتد إلى أكثر من 2 كم (1.2 ميل) تحت الأرض. وأكبر كهف مكون من غرفة واحدة يطلق عليه غرفة سراواك، يقع في بورنيو وحجمه 700 متر (2300 قدم) × 400 متر (1312 قدم) × 80 متر (262 قدم)- وهو ضخم بحيث يتسع لـ 32 قاعدة طيران.

الصواعد الكلسية والنوازل الكلسية

الكهوف التي شكلتها المياه الحمضية لها تيارات محملة المعادن، مثل كربونات الكالسيوم تجري خلال هذه الكهوف، وهذه المياه يمكنها ترسيب محتواها الصخري خلال الكهف مكونة هياكل مبهرة مثل الصواعد والنوازل الكلسية. الصواعد الكلسية تنمو من أسفل الكهف إلى الأعلى بفعل المياه الغنية بالمعادن التي تقطر باستمرار على نفس البقعة من الأعلى، وتمامًا كما تنمو الصواعد الكلسية إلى أعلى تنمو نقطة التقطير إلى أسفل حيث تتراكم المعادن التي تخلفها كل قطرة ماء ساقطة وراءها- وهذه هي النوازل الكلسية.

يزيد ارتفاع أكبر صاعدة كلسية عن 62 متر (203 قدم) وتقع في أحد أنظمة الكهوف في كوبا، بينما أطول نازلة كلسية تم تسجيلها تبلغ 20 متر (65 قدم) وتتدلى في كهف (جروتا ري دو موتو) بالبرازيل. وتتنوع معدلات نمو تلك الصواعد والنوازل تنوعًا كبيرًا وذلك اعتمادًا على تركيز المعادن في الماء، ومعدل تدفقها، فيمكن أن ينمو بعضها بمعدل سنتيمتر واحد في الشهر، وأخرى قد تستغرق مئات أو حتى آلاف السنين لتنمو بنفس المقدار. الصواعد والنوازل الكلسية هي أنواع من تكوينات الصخور المرسبة التي تعرف باسم الرواسب الكلسية (speleothems) والتي تشتمل أيضًا على (الصخور المتدفقة) (flowstones) التي تبدو على هيئة كتلة مترشحة من الصخور، والنوازل الكلسية الحساسة تأخذ شكلًا حلزونيًا وتسمى "النوازل الكلسية الحلزونية".

أنابيب الحمم

أنابيب الحمم هي أحد أنواع الكهوف الأولية تشكلت بفعل الحمم البركانية المنصهرة خلال انفجار بركاني. الجزء الخارجي من القناة المتدفقة من الحمم تكون معرضة للهواء فتبرد أسرع من الجزء الداخلي مكونة قشرة قاسية. والتبريد من الخارج يؤدي إلى زيادة سمك هذه القشرة بينما يستمر قلب قناة الحمم في التدفق، وبمجرد انتهاء الانفجار البركاني تخرج الحمم المنصهرة تاركة الجزء الخارجي المتصلب- وهذا هو أنبوب الحمم.

يمكن أن تنمو صواعد ونوازل كلسية وأنواع أخرى من الرواسب الكلسية في أنابيب الحمم، إلا أنها -على عكس أبناء عمومتها من الصخور الجيرية- لا تتكون نتيجة

الصخور المتحللة بالماء بل تتكون نتيجة تقطر بقايا الحمم المنصهرة قبل أن يتصلب الأنبوب بالكامل. تصل أنابيب الحمم حتى عرض 15 متر (49 قدم) ويمكن أن يصل طولها إلى عشرات الأميال وتوجد في أريزونا، وأريجون وهاواي، وفي مناطق بركانية أخرى حول العالم.

المياه تحت الأرض

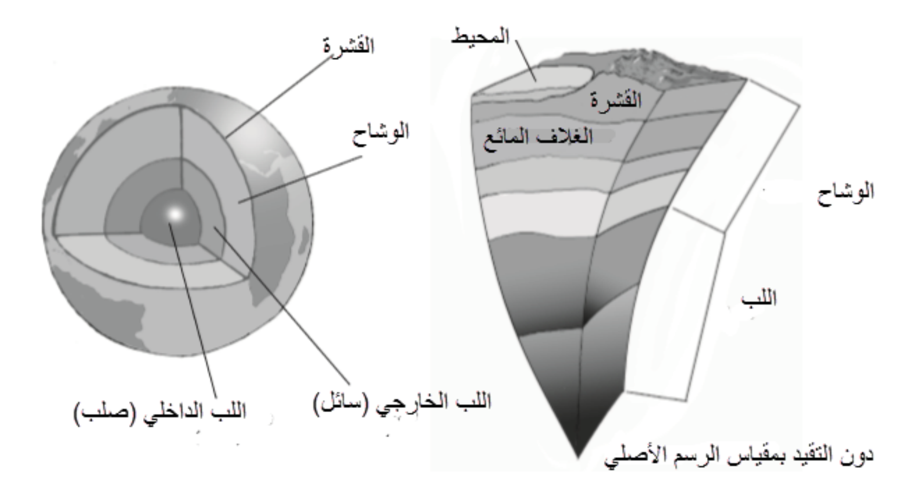
أحيانًا يقوم النظام الكهفي بتجميع الماء في منخفضات وثنايا الصخور مكونًا بحيرات تحت الأرض، وهذه البحيرات يمكن تزويدها من خلال هطول الأمطار، أو الينابيع الطبيعية، أو تسربات المياه الجوفية- يمكن للصخور المسامية، مثل الحجر الجيري تخزين كميات هائلة من المياه في مستودعات تسمى "الطبقات الصخرية المائية". والكهوف الموجودة تحت سويتوتر في تينيسي تمتلك أكبر بحيرة تحت الأرض في العالم 240 متر (787 قدم) ×70 متر (230 قدم).

وعندما يكون تدفق المياه خلال الكهوف كبير بما يكفي، تقوم البحيرات وغيرها من مسطحات المياه الثابتة الأخرى بإعطاء الفرصة لتواجد الأنهار تحت الأرض. أطول نهر تحت الأرض يمتد بطول 153 كم (95 ميل) في الكهوف الممتدة تحت شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك.

القشرة

لو تمكنت من قطع كوكب الأرض إلى نصفين بالمنشار ستجد أنها تبدو من الداخل كطبقات البصلة، مع مناطق طبقية واضحة من الصخور السائلة والصلبة التي تمتد من الجزء الخارجي للكوكب وصولًا إلى قلبه. الطبقة الخارجية لهذه الطبقات تسمى بالقشرة الأرضية وهي قشرة رقيقة من الصخور الصلبة التي تغطي سطح الكوكب، وهي مزيج من الصخور النارية والمتحولة والرسوبية التي تشكل إجمالًا نحو 1 % من حجم الكوكب. ويختلف سمك القشرة اختلافًا كبيرًا- تحت المحيطات يكون سمكها قليل حوالي 5 كم (3ميل) بينما القشرة القاريةالتي تشكل التكتلات اليابسة من الأرض تكون أثخن بكثير-

مابين 30 كم (19 ميـل) و50 كـم (31 ميـل)، وهـذا هـو الـسبب وراء بـروز القـارات خـارج المحيطـات، وانغمار أعماق البحار. وتشكيل القشرة هو فسيفساء متشابكة من الصفائح التكتونية التي تطفـو عـلى سطح الأرض بسبب أن كثافة مادة القشرة أقل من كثافة الطبقة التي تحتها- طبقة الوشاح.



الوشاح

يوجد تحت القشرة الأرضية طبقة لزجة من صخور شـبه منـصهرة سـمكها حـوالي 3000 كـم (1864 ميل) وتشكل أكثر من 80% مـن الحجـم الكـلي للكوكـب- وتعـرف هـذه الطبقـة باسـم"الوشـاح". وتنقسم هذه الطبقة إلى طبقتين:علوية وسفلية؛ تصل طبقة الوشاح العلـوي إلى عمـق حـوالي 400 كم (248 ميل) وتنقسم بدورها إلى منطقـة عليـا ومنطقـة سـفلى. "الغـلاف الـصخري" هـو الجـزء الصخري العلوى من طبقـة الوشـاح العلـوى بالإضـافة إلى طبقـة القـشرة الأرضـية فوقهـا. وتحـت الغلاف الصخري توجد طبقة "الغلاف المائع" وهو أقل صـلابة نتيجـة درجـة الحـرارة العاليـة عنـد هذا العمق. وترتبط طبقة الوشاح العلوي كلها بالقشرة الأرضية خلال حد يعـرف باسـم " إنقطـاع موهوروفيتش" أو "موهو" للاختصار.

من ناحية أخرى طبقة الوشاح السفلي تغطي مدى عمق من 660 كـم إلى 2900 كـم (410-1800 ميل)، وفيها تعود الصخور إلى الحالة الجامدة مجددًا حيث يتـسبب ارتفـاع الـضغط

الناتج عن وزن الطبقات التي فوقها في الضغط عليها. يوجد بين طبقتي الوشاح العلوي والسفلي طبقى تسمى "المنطقة الانتقالية" التي تندس بين الطبقتين. تتراوح درجات الحرارة خلال طبقة الوشاح ما بين بضع مئات من الدرجات المئوية عند سطح القشرة إلى ما يقدر ب 4000 درجة مئوية (7232 فهرنهيت) حيث تلتقي طبقة الوشاح بالطبقة التي تحتها- اللب.

لب الأرض

لب الأرض هو الجزء المركزي للأرض والأعلى في درجة حرارة، وله طبقة داخلية وخارجية، كما إنه هو المسئول عن "المغناطيسية الأرضية" للكوكب. وطبقة اللب الخارجي عبارة معدن في حالة سائلة - معظمه من الحديد والنيكل المنصهرين- وتمتد من عمق 2890 كم (1806 ميل) تحت سطح الكوكب، وحتى عمق 5150 كم (3218 ميل). وتتراوح درجات الحرارة مما يفوق 4000 درجة مئوية (7232 فهرنهيت) إلى أن تصل 6000 درجة مئوية (10832 فهرنهيت) عند حدودها مع طبقة اللب الخارجي. عند طبقة اللب الداخلي يكون القطر 2440 كم (1525 ميل)، والضغط عال بما فيه الكفاية لسحق النيكل والحديد معيدًا إياهما إلى الحالة الصلبة- على الرغم من أن درجة الحرارة هناك تقترب من 7000 درجة مئوية (12632 فهرنهيت).

المغناطيسية الأرضية

تعرف الظاهرة التي فيها تولد الأرض مجالها المغناطيسي - ودراسة تأثير هذه المجال- باسم "المغناطيسية الأرضية".و عند سطح الأرض تكون شدة المجال ما بين 30 إلى 60 ميكروتسلا، اعتمادًا على الموقع، وهو أضعف ألف مرة من مغناطيس الثلاجة. ويتولد المجال نتيجة التأثير الحركي للتيارات الكهربية خلال اللب الخارجي للأرض المكون من معادن منصهرة دوامية.

المجال المغناطيسي للأرض ثنائي القطب، أي أن لديه قطبين من متعاكسين- يطلق عليهما القطب الشمالي والجنوبي. وثنائيات القطب الأخرى مثل القضيب المغناطيسي تميل إلى

ترتيب نفسها مع مجال الأرض وبهذه الطريقة تعمل البوصلة الملاحية باستخدام إبرة مثل القضيب المغناطيسي تستطيع الحركة بحرية لتشير إلى اتجاه الشمال المغناطيسي.

المحيطات

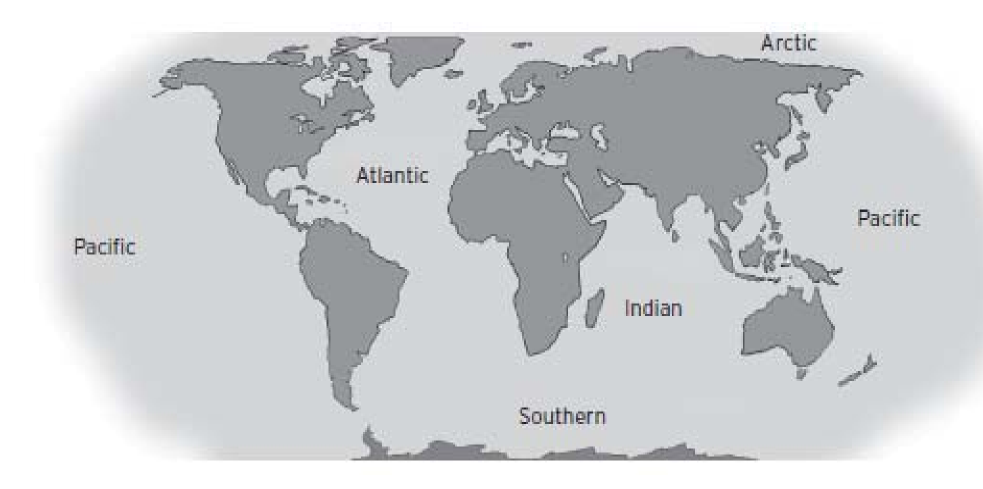
السواحل

تمثل خطوط السواحل منطقة انتقالية بين اليابسة وأعماق المحيط، وتمثل أحد أكثر المواطن الطبيعية تنوعًا في العالم، من المنحدرات والشواطئ للخلجان ومصبات الأنهار والسواحل الغريبة مثل المضايق والبحيرات المالحة،و قام المحيط عبر ملايين السنين بتشكيل الساحل من خلال التعرية وترسيب الرواسب وإزاحات مستوى البحر التي سببها التغير المناخي. وقد اتضحت أهمية السواحل في تطوير حضارتنا، وتسهيل الصيد والسفر بحرًا.

جغرافيا المحيطات

يقدر الحجم الكلي لمحيطات العالم بـ 1.3 مليار كيلومتر مكعب، وهناك خمسة محيطات عظمى في العالم: المحيط المتجمد الشمالي والذي يتجمد مكونًا الغطاء القطبي الشمالي، والمحيط الأطلنطي الذي تحيط به أوروبا وأفريقيا من الشرق، والأمريكتان من الغرب؛ والمحيط الهندي الواقع بين شرق أفريقيا وأستراليا؛ والمحيط الهادي الذي تحيط به أسيا وأستراليًا غربًا والأمريكتان شرقًا؛ والمحيط الشمالي الذي يحيط بكل من القارة القطبية الجنوبية والغطاء الجنوبي القطبي، وهذه التقسيمات ليست إجبارية فجميع المحيطات متصلة ببعضها البعض مما يتيح الإبحار من أي محيط إلى الآخر.

مياه المحيطات مالحة، وتصل ملوحتها إلى 3.5% نتيجة الأملاح التي تجرفها الأنهار من الصخور ونتيجة إنتاج الصوديوم والكلور (مكونات الملح) عن طريق العمليات الچيولوچية الأخرى تحت سطح البحر. الأرض هي الكوكب الأزرق حرفيًا حيث أن 71% من سطحها مغطى بالمحيطات، لكنها ليست زرقاء بسبب قيام المحيطات بعكس لون السماء بل لأن المياه تمتص نسبة قليلة من الضوء الأحمر من أي ضوء أبيض يمر خلالها مما يخلف كمية كبيرة من الضوء الأزرق، وهو تأثير ضئيل لا يرى إلا عندما يكون حجم المياه كبير.



ظهر المحيط

المحيطات ليست مجرد مناطق واسعة من الأراضي المنخفضة المملوءة بالمياه، فالقشرة المكونة لقاع المحيط أنحف كثيرًا من القشرة القارية،وبينما أصبحت نفس أجزاء القشرة القارية ثابتة على سطح الأرض منذ ملايين السنين لا تزال قشرة المحيط في تكوين مستمر من خلال عملية انتشار قاع البحر. وتلك هي الطريقة التي تكونت بها المحيطات نفسها، وهناك محيطات جديدة تتكون حيث تظهر مناطق انتشار جديدة- تسمى هذه المناطق وديان متصدعة والتي تقع على خطوط الصدع في القشرة الأرضية حيث يتلاقى اثنين من الصفائح التكتونية. وحين تتحرك الصفيحتان التكتونيتان مبتعدتين عن بعضهما البعض يتكون وادي صدع ويكون تأثير ذلك هو تمزيق القارات إربًا مما يؤدي إلى تكون حوض واسع من قاع البحر بين القطعتين والذي يمتلئ بالماء مع مرور الوقت معلنًا عن ميلاد محيط. أما البقايا المنغمرة لوادي الصدع تصبح فيما بعد ما يطلق عليه " ظهر المحيط".

هذه العملية جارية في وادي الصدع العظيم في شرق أفريقيا حيث تنقسم الصفيحة القارية الأفريقية إلى جزأين-يطلق عليهما الصفيحة النوبية، والصفيحة الصومالية. وأثناء تحركهما مبتعدتين عن بعضها البعض، تشكلان صدعًا سيؤدي في نهاية المطاف إلى تحويل كل من الصومال، وكينيا، وتنزانيا، والموزمبيق إلى جزيرة يفصلها المحيط عن قارة أفريقيا.

طبقات المحيط

يقوم علماء البحار بتقسيم المحيطات إلى مناطق مميزة. وتعرف الطبقة العليا باسم منطقة " البحر المفتوح " وهي تغطي سطح المحيط كله. أما المنطقة التي تمتد إلى عمق 200 متر (656 قدم) هي منطقة"الطبقة المائية العليا" التي يوجد خلالها ضوء كاف لعمليات البناء الضوئي مما يتيح نمو النبات. من عمق 200 متر (656 قدم) حتى 1000 متر (3280 قدم) توجد المنطقة " المحيطية الوسطي "، والتي تعرف أيضًا باسم منطقة "الشفق" بسبب مستويات الضوء الجزئية بها، وهي موطن للمخلوقات المحبة للمياه الباردة المظلمة - مثل: الكلمار، والأخطبوط، والحبار. أما تحت هذه المنطقة نجد منطقة " المياه العميقة " أو منطقة"نصف الليل" التي تمتد إلى عمق 4000 متر (13120 قدم)؛ وتكون المياه فيها شديدة السواد، وضغطها يقاس بالطن لكل بوصة مربعة، ويعيش فيها بعض الكلمار وثعابين البحر. وتحت هذه المنطقة توجد منطقة "السهول السحيقة" التي تمتد حتى قاع المحيط، ومعظم مخلوقات هذه المنطقة عمياء- فهي لا تحتاج إلى البصر في هذا الظلام الحالك.

أخر طبقات المحيط هي طبقة "الأخاديد القاعدية العميقة" المخصصة لأعماق الخنادق المحيطية، وتقع على عمق يزيد عن 10 كم (16 ميل) تحت السطح ويصل ضغطها إلى 8 طن لكل بوصة مربعة، والمخلوقات القليلة التي تعيش عند هذا العمق تتغذى على "الثلج البحري"-المخلفات التي تنجرف من المياه بالأعلى- أو على الحرارة والمواد الغذائية التي تقذف بها المنافس الحرمائية.

البحار

بالإضافة إلى المحيطات الرئيسة الخمسة في العالم هناك أيضًا العديد من المسطحات المائية الأصغر وتعرف باسم "البحار". وهي شأنها شأن المحيطات فمعظمها متصل ببعضه البعض خلال المياه،وأكبرها "البحر العربي" لكن مساحته حوالي 3.9 مليون كيلومتر مربع، وبذلك فهو يعتبر قزم أمام أصغر المحيطات؛ وهو المحيط الشمالي الذي مساحته (13.2 مليون كيلومتر مربع). وتصنف بعض البحيرات الكبيرة على أنها بحار مثل البحر

الميت في الأردن بينما هناك بحيرات أخرى لا حتمل حتى اسم "بحر" - على الرغم من اتصالها بالمحيطات - مثل خليج بسكاي والخليج الفارسي.

المد

ينجم ارتفاع مد المحيطات وانخفاضه عن اتحاد قوتي السحب التجاذبي لكل من الشمس والقمر واللتين تؤثران على كمية المياه السائلة الهائلة المنسكبة في سطح الكوكب. الجاذبية هي قوة جذب يزداد مقدارها بالاقتراب من مصدر المجال الجاذب مما يعني أن المياه التي تغطي سطح الأرض في الجانب الأقرب إلى القمر تشعر بسحب تجاذبي أكبر من الكوكب نفسه وبالتالي ترتفع بالنسبة للكوكب مكونة مد عال، وبنفس المنطق، يعاني الكوكب سحبًا أكبر من الذي تعانيه المياه على الوجه المقابل للقمر، وبالنسبة للإطار المرجعي للأرض يكون التأثير هو رفع مد عال على هذا الجانب من الكوكب أيضًا، ولهذا يكون لدينا اثنين من المد العالي يوميًا.

ليس القمر فقط هو الذي يرفع المد - جاذبية الشمس تحدث تقريبًا نصف القوة التي تحدثها جاذبية القمر، حيث أن كتلتها الهائلة تعوض المسافة الكبيرة التي تبعدها. وعندما يكون الشمس والقمر كلاهما على نفس الخط في السماء يحدث مد عال خاص -يسمى "المد العالي"، لكن عندما يكونان متعامدين على بعضهما البعض،يكون الفرق بين المدين العالي والمنخفض أقل ما يمكن- وهذا يعرف باسم"المد الضعيف".

المد المضجر

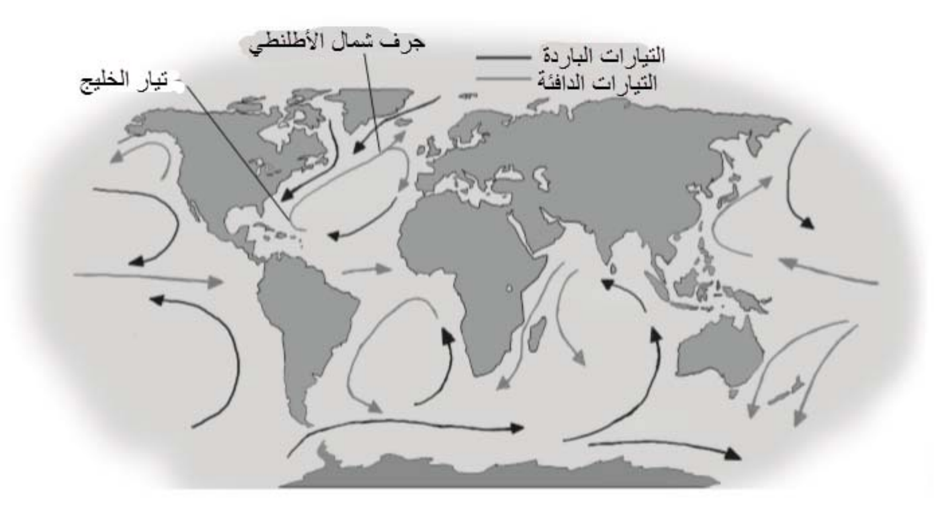
تعرف الأمواج التي تنتقل من المحيطات إلى المصبات والأنهار- عكس اتجاه تدفق التيار- باسم المد المضجر، وهي تميل إلى الظهور في المناطق الساحلية حيث يكون هناك هامش واسع بين ارتفاعات المد العالي والمد المنخفض. هذه الأمواج بمفردها لا تنتج مدًا مضجرًا، لكن العامل الأكبر أن الأنهار تأخذ المضيفة للمد المضجر بطبيعتها شكلًا يشبه القمع على طول امتدادها بحيث كلما اتجهت نحو اليابسة يصبح النهر أضيق وأكثر ضحالة مما يؤدي إلى تركيز طاقة المياه في حجم صغير مسبة ارتفاع الموجة- غالبًا عدة أمتار-والتي

بدورها تندفع بعد ذلك عكس التيار، ومع ذلك فإن أفضل المد المضجر لا يحدث إلا عندما يكون مد المحيط عند ذروته، مثلما يكون أثناء "المد العالي" عندما يكون كل من الشمس والقمر مصطفين. ويمكن سماع القعقعة منخفضة التردد لموجة مد مقتربة من على بعد عدة كيلومترات. الأماكل الأولى لرؤية المد المضجر خليج فندي بكندا ونهر تشيانتانغ في الصين.

تيارات المحيط

تجرف الإضطرابات الدوامية للتيارات الكروية الدوارة مياه المحيطات حول العالم في هذا الاتجاه أو ذاك، وأشهرها تيار الخليج الذي يحمل المياه الدافئة من خليج المكسيك إلى منتصف المحيط الأطلنطي حيث يقوم تيار آخر -تيار الأطلنطي الشمالي- بنقله إلى ساحل غرب أوروبا، ويعتقد العلماء أن الحرارة التي ينقلها هذه التيار هي ما يجعل المملكة المتحدة وفرنسا أكثر دفئًا من المناطق الأخرى التي تقع على نفس دائرة العرض، وهناك تيارات أخرى تشكل حلقات ضخمة في المحيط الهادئ، والمحيط الهندي، والمحيط الشمالي- وتعرف باسم "الدوامات "(gyres) - وتيارات أخرى تطوف حول المنطقة القطبية الجنوبية.

تحدث هذه التيارات في سطح المحيط في منطقة "الطبقة المائية العليا"، ومنطقة الشفق العليا وتدفعها عوامل مثل الرياح وتأثير كوريوليس، ودرجة الحرارة. وهناك أيضًا تيارات على أعماق أبعد تنشأ غالبًا من اختلافات كثافة مياه المحيط العميقة حول العالم ودرجة حرارتها.



الخنادق المحيطية

الخنادق المحيطية هي أعماق قاع البحر الأكثر عمقًا وظلامًا وتشكل ما يسمى نطاقات اندساس حيث تكون حركات الحمل الحراري في صخور طبقة الوشاح شبه المنصهرة قد سحبت القشرة المحيطية إلى أمعاء الكوكب مجددًا. يكون قاع الخندق عادة على عمق عدة آلاف الأمتار من مستوى قاع البحر المحيط به، وأعمق هذه الخنادق المعروفة خندق "ماريانا" في المحيط الهادئ في غرب الفلبين ويصل أقصى عمق لها إلى 11 كيلومتر (6.8 ميل)- وهو عمق كاف لابتلاع جبل إيفرست مع تبقي 2 كيلومتر (1.2 ميل) من الماء فوقه. أما أعمق جزء من قاع خندق ماريانا فهو وادي صغير في القاع يعرف باسم عمق "تشالنجر" نسبة إلى سفينة الأسطول البريطاني الأولى التي أرسلت لدراسته في القرن التاسع عشر، ومنذ ذلك الحين استكشفه عدد من الغواصات- المزودة بطاقم بشري أو الآلية على حد سواء.

المنافس الحرمائية

يمكن للشقوق الموجودة على مقربة من ظهر محيطي في قاع المحيط - حيث تلتقي طبقتان تكتونيتان تبتعدان عن بعضهما البعض لتكوين مساحات جديدة من قاع المحيط- أن تتسبب في ظهور المنافس الحرمائية، التي تنفث مياه بحر ساخنة جدًا غنية بالكبريت ومعادن أخرى. تكون المياه ساخنة بفعل الطاقة الحرارية الجوفية للصخور الساخنة في

الأسفل، وتعرف أيضًا باسم "المدخنات السوداء" نسبة إلى السحب السوداء من الجزيئات التي تقذفها. غالبًا ما تكون المنافس الحرمائية بؤرًا للحياة في قاع المحيط العميق الممتد إلى آلاف الأمتار، فالمنافس الحرمائية-- توفر مصدرًا مطلوبًا للطاقة والمواد الغذائية للكائنات الحية عند هذه الأعماق. وتصل درجات الحرارة حول هذه المنافس إلى حوالي 400 درجة مئوية (750 فهرنهيت) وقد تأقلمت الكائنات الحية مع هذه الظروف ونمت لديها مستويات عالية من تحمل الحرارة مما أدى إلى اكتسابها اسم " أليفة الظروف القاسية".

التكتونيات

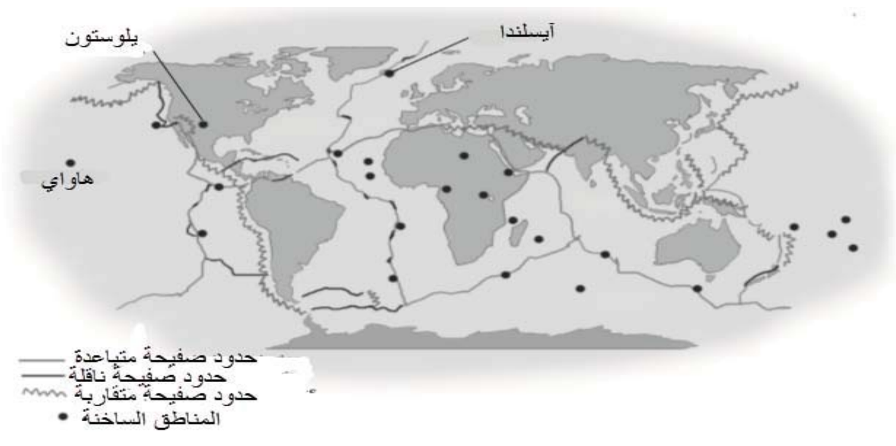
الصُهارة

الصهارة هي صخور منصهرة من طبقتي الوشاح والقشرة داخل الأرض المضطربة. ومعظم القشرة والوشاح العلوي يكون في حالة صلبة أو شبه منصهرة، لكن الصهارة السائلة تتكون عندما يذوب ما سبق عند المناطق التي ترتفع فيها درجات الحرارة بفعل القوى الچيولوچية وهي مناطق تعرف باسم "المناطق الساخنة".

تتراوح درجة حرارة الصهارة المنصهرة بين 750 درجة مئوية (1380 فهرنهيت)، و1400 درجة مئوية (2550 فهرنهيت) اعتمادًا على تركيبها الدقيق، فأغلب الصهارة تكون مزيجًا من عناصر مثل السليكون، والأكسچين، والحديد، والصوديوم، والبوتاسيوم، وعندما تبرد الصهارة تتحد هذه العناصر لتكوين أنواع مختلفة من الصخور البركانية، ويمكن للصهارة أن تنضح من الخطوط الصدعية حيث التقاء الصفائح التكتونية-وخاصة عند الصدوع المتباعدة حيث تتصلب لتكوين صفائح جديدة من القشرة المحيطية. أما ضغط الصهارة فهو القوة الدافعة وراء الانفجارات البركانية حيث تتسرب من البركان على شكل "حمم بركانية" أو يتم طرحها كأجزاء متفجرة على شكل "مقذوفات بركانية صلبة".

المناطق الساخنة

المناطق الساخنة هي مناطق على سطح الأرض أما تحتوي على تركيز من البراكين أو يحدث بها عدد كبير من الزلازل أو تتعرض إلى أشكال أخرى من النشاط التكتوني. وتيارات الحمل خلال طبقة الوشاح الأرضي هي التي تتسبب في وجود المناطق الساخنة. تمامًا مثل الحمل الذي يحدث في الماء المغلي في إناء ما على الموقد، يقوم الحمل في طبقة الوشاح بنقل الصخور الساخنة إلى سطح الأرض بينما تهبط الصخور الأكثر برودة إلى الأسفل. وعندما تندمج دورتي حمل معًا أثناء الصعود- مثل التروس في نظام معدات - تتركز درجة الحرارة عند نقطة على السطح مكونة "منطقة ساخنة"؛ بخار المواد الساخنة المنجرف من أسفل باسم "عمود الوشاح". المناطق الساخنة الرئيسة تقع تحت هاواي، ومتنزه يلوستون الوطني، وآيسلندا.

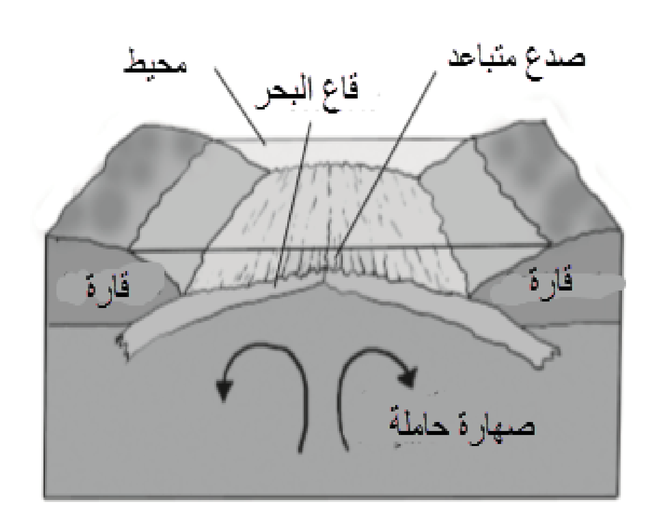


الصفائح التكتونية

ينقسم الغلاف الصخري للأرض- وهو القشرة الأرضية بالإضافة إلى القشرة العليا من الوشاح- إلى عدد من الألواح المتشابكة تسمى الصفائح التكتونية، وهي تتزاحم وتحتك معًا نتيجة للحركة المؤرقة لطبقات الصخور المنصهرة تحتها. وتعرف الحدود بين الصفائح باسم خطوط الصدع ويمكن أن تأخذ ثلاثة أشكال مختلفة اعتمادًا على الحركة النسبية بين الصفائح وهي: الصدوع المتباعدة، والصدوع المتقاربة، والصدوع الناقلة

احتكاك الصفائح التكتونية عند خطوط الصدع هـو المـسئول عـن حـدوث الـزلازل، وأمـواج تـسونامي بالإضافة إلى عمليات چيولوچية مهـم أخـرى مثـل: الإندسـاس، وانتـشار قـاع البحـر، والجـرف القـاري. وغالبًا تقع البراكين على امتداد خطوط الصدع. وهناك سبع صفائح تكتونية عظمـى- وهـي: الـصفيحة التكتونية الأفريقية، والقطبية الجنوبية، والأوراسية، والهندية والأسترالية، والأمريكية الشمالية، وصفيحة المحيط الهادئ والأمريكية الجنوبية- بالإضافة إلى عدد كبير من الصفائح الأصغر.

الصدوع المتباعدة



الصفائح التكتونية المتجـاورة التـي تبتعد عن بعضها البعض تشكل مـا يـسمى بالـصدوع المتباعـدة. تقـوم تيـارات الحمـل برفـع الـصهارة إلى أعلى بطريقة مشابهة لما عند تكون المناطق الساخنة، لكن لزوجة مادة التيـارات تتـسبب في سـحبها عـلى القشرة التي تعلوها مـما يـؤدي إلى سحب القشرة في الاتجاه المعاكس(انظر الشكل)، وذلك قد يؤدي إلى شق تكتلات اليابسة القارية مكونًا وادي صدع.في البحار تكون الصدوع المتباعدة في القشرة المحيطيـة مـصاحبة للظهـور المحيطيـة حيـث ترتفع الصهارة لتملأ الفراغ بين الصفائح التكتونية المتباعدة وبذلك يتكون قـاع بحـر جديـد- في عمليـة تعرف باسم "انتشار قاع البحر". وأحيانًا تنفث كمية كبيرة جدًا من الصهارة من الظهر المحيطي لدرجة أنها تقسم سطح الماء مكونة جزيـرة بركانيـة جديـدة- مـن أمثلـة ذلـك جزيـرة سرتـسي، قبالـة سـاحل أيسلندا.

الصدوع المتقاربة

الصدوع المتقاربة هي نقيض الصدوع المتباعدة، فهي تظهر حيث تتصادم صفيحتان تكتونيتان، وعـادة تؤدي إلى حدوث "اندساس" حيث تنزلق إحدى الصفيحتين تحت الأخرى وتنسحب إلى أسفل نحو الأجزاء الداخلية للكوكب. الطبقة المندسة تنـصهر سريعًـا بمجـرد نزولهـا تحـت الـسطح مؤديـة إلى زيـادة كثافـة الصهارة والغازات التي تنفجر فيما بعد خـلال الطبقـة التـي تعلوهـا عـلى شـكل مجموعـة مـن البراكـين. وعندما تكون كلتا الصفيحتين المشتركتين مكونة من قشرة محيطية تحت الماء يؤدي الاندساس إلى تكـوين الخنادق المحيطية في عمق البحر حيـث تتلاقـى الطبقتـان، وتـستطيع البراكـين المتكونـة عـادة أن تخـترق سطح الماء لتكوين جزر بركانية على شكل قوس خلف خط الصدع، وهذا هو ما حدث في خنـدق ماريانـا أعمق الخنادق المحيطية في الكوكب والتي تقع بالقرب من سلاسـل جـزر ماريانـا. وعنـدما تكـون إحـدى الصفيحتين المشتركتين في عملية الاندساس مكونة من قشرة قارية، ترتفع الـصفيحة القاريـة فـوق الأخـرى نتيجة انخفاض كثافتها إلا أن القوة التي تتصادم بها الـصفيحتان عـادة تـدفع الحافـة الأماميـة للـصفيحة القارية مكونة سلاسل جبال تتخللها براكين عند انصهار الصفيحة المندسة، ويحدث ذلك على طول سـاحل كاليفورنيا حيث تنزلق صفيحة خوان دي فوكا المحيطية تحت صفيحة أمريكا الشمالية.

الصدوع الناقلة

الصدع الناقل هو الحد الفاصل بين صـفيحتين تكتـونيتين ليـستا متباعـدتين ولا متقـاربتين لكـن تنزلـق إحداهما بمحاذة الأخرى. بينما تعمل الصدوع المتقاربة والمتباعدة عـلى تـدمير أو تكـوين القـشرة عـلى الترتيب لا يحدث أي من ذلك في الـصدع الناقـل، لكنـه يمكـن أن يـصبح مـدمرًا بطـرق أخـرى، فحركـة الصفيحتين بمحاذاة بعضهما البعض ليست حركة ملساء، فتتراكم الإجهادات بمرور الوقت وعندما تصبح القوة المتراكمة كبيرة بما فيه الكفاية تقوم الصفائح بعمل إزاحة مفاجأة غـير متـصلة، وحركـة متقطعـة ينتج عنها زلازل عنيفة، وربمـا يكـون الـصدع الناقـل الأشـهر حـول العـالم هـو صـدع "سـان آنـدرياس" بكاليفورنيا- والذي تسبب في حدوث الزلزال الذي دمر سان فرانسيسكوا عام 1906م.

البراكين

بإمكان الصدوع المتقاربة والمتباعدة، والمناطق الساخنة أن تؤدي إلى تكون البراكين- فتحات في القشرة الأرضية تسمح بتسرب الصهارة الساخنة والغازات، وأحيانًا يكون لها عواقب مدمرة. وللبراكين أنوع كثيرة مختلفة: "البراكين المخروطية" وهي تشبه شكل الجبال العادية التي لها قمم،. "البراكين المدرعة" أكثر تسطحًا وذات قمم أقل، بينما "المنافس المشققة" أكبر قليلًا من الفتحات في الأرض. لجميع البراكين فوهات مركزية تعرف باسم" كالديرا caldera" تنضح من خلالها الحمم البركانية- وهو الاسم الذي يطلق على الصهارة المنضغطة القادمةمن القشرة السفلية بمجرد مغادرتها للبركان.

أما البراكين التي تتكون عن طريق المناطق الساخنة فتظهر أحيانًا في سلاسل تنتشر على طول سطح الأرض، وتنتج من حركة الصفائح التكتونية التي تؤدي إلى ظهور مناطق جديدة من القشرة فوق المنطقة الساخنة- والتي أحيانًا تخرق فتحة في القشرة الجديدة معلنة ميلاد بركان جديد. وقد تكونت سلسلة الجبال البحرية هاوي-إمبيرور_ وهي سلسلة مكونة من أكثر من 80 بركان، وجزر وجبال في قاع المحيط الهادي بهذه الطريقة.

الجرف القاري

لا نحتاج إلى ذكاء خارق لنكتشف أن الخطوط الساحلية لأمريكا الشمالية وأفريقيا تبدو منطبقة، والحقيقة أنها كانت كذلك في يوم من الأيام. حركة الصفاح التكتونية تعيد باستمرار هيكلة القارات؛ ومعدل الحركة صغير للغاية- أنها تتحرك تقريبًا بنفس السرعة التي تنمو بها أظافر الإنسان تقريبًا 10 سم (4 بوصة) في السنة، لكن هذه العملية لا يمكن منعها من الحدوث- لقد مزقت القارات في الماضي وسوف تجعلها تلتحم مجددًا في المستقبل.

لقد وضعت نظرية الجرف القاري في الاعتبار لأول مرة منذ القرن السادس عشر. إلا أن العلماء لم يأخذوها على محمل الجد إلا بعد قبول نظرية الصفائح التكتونية في الستينيات، والآن هي حقيقة مثبتة؛ فالفصائل الحفرية نفسها وجدت في الجهتين المتقابلتين من المحيط الأطلنطي مما يؤكد على أن اليابستين كانتا متصلتين يومًا ما.

القارات العظمى

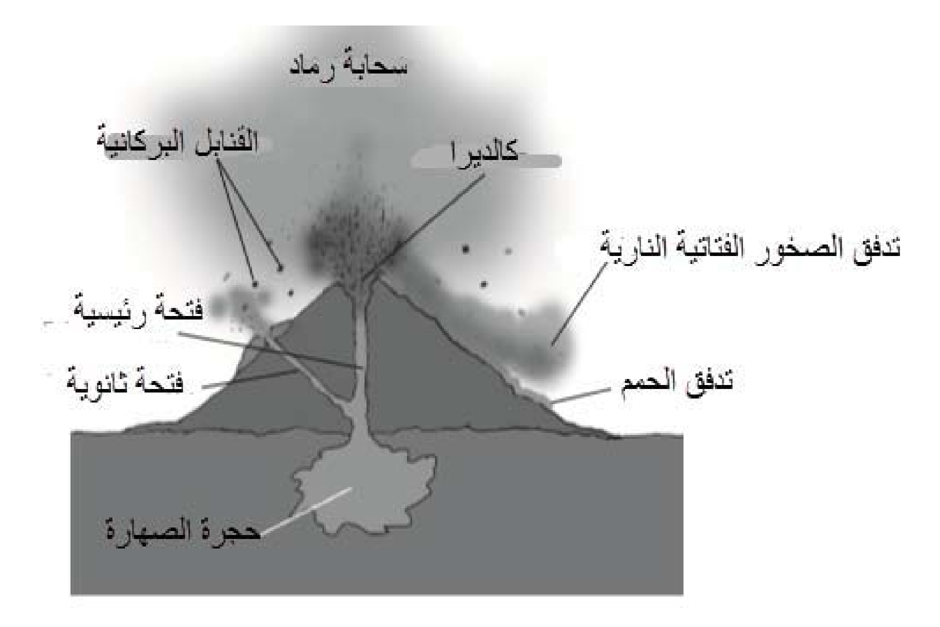
عندما تلتحم صفيحتان تكتونيتان أو أكثر ينتج ما يسمى بالقارة العظيمة. في مخططات التصنيف التي تعتبر فيها كل من أوروبا وأسيا قارة واحدة تكون اليابسة الناتجة -أوراسيا- قارة عظيمة. وبفضل الجرف القاري، ظهرت هذه التركيزات الشاسعة من اليابسة على سطح الأرض مرات عديدة في الماضي، فمنذ 3.3 مليار سنة كانت القشرة القارية الأرضية جميعها موجودة على هيئة قارة عظيمة أطلق عليها علماء الچيولوچيا اسم "فالبارا". والهيكل الدقيق لهذه القارة غير معروف لكن التشابهات في طبقات الصخور التي كانت موجودة في هذه الفترة في كل من أفريقيا وأستراليا تشير إلى وجودها.
أقدم القارات العظمى ذات صفائح هيكلها مفهوم بصورة معقولة هي القارة العظيمة "رودينيا" التي كانت موجودة منذ حوالي مليار سنة خلال "الدهر الفجري". ومنذ ذلك الحين ظهرت قارات عظمى واختفت، وأثناء فترة "العصر البرمي" منذ 225 مليون سنة ارتبطت قارات الأرض في تكتل من اليابسة عرف باسم"بانجيا"، ثم في "الفترة الترياسية" منذ 200 مليون سنة انقسمت "بانجيا" إلى "لوراسيا"(التي قد تكون الآن أمريكا الشمالية، وأوروبا، وأسيا) و"جوندوانلاند"(المكونة في الوقت الحالي من أمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا والقارة القطبية الجنوبية) وتبدو القارات على استعداد للتقارب مجددًا خلال 250 سنة من الآن مكونة تكتل من اليابسة أطلق عليه العلماء اسم "بانجيا الأخرى"

الكوارث الطبيعية

الانفجارات البركانية

عندما يصل ضغط الصهارة المتراكمة تحت بركان ما إلى نقطة الانهيار يثور البركان وينفجر ملقيًا بالحمم البركانية والغازات والصخور والرماد عبر مساحة واسعة. وتنفث الحمم البركانية المنصهرة من كالديرا البركان ومن الفتحات الثانوية التي تتشكل حيثما تمزق الصهارة المتصاعدة جوانب البركان. أما القنابل البركانية- وهي كريات الحمم المقذوفة في

الهواء والتي تتصلب أثناء طيرانها وتصطدم بالأرض على شكل صخور صلبة- فيمكنها أن تتشتت عبر مساحة كبيرة وترتفع حتى عدة أمتار، وفي الوقت نفسه تتصاعد سحب الرماد والدخان في الهواء وتحجب الشمس بالقرب من الانفجار ويمكنها حتى أن تتسبب في إعتام على نطاق عالمي. وربما يكون نوع الانفجار البركاني الأكثر تدميرًا هو المعروف باسم "تدفق الصخور الفتاتية النارية"- عاصفة من الغاز والصخور المنصهرة جزئيًا عند درجة حرارة 1100 درجة مئوية (2012 فهرنهيت) تقريبًا تنزل على جوانب البركان وعبر الأراضي المحيطة بسرعات تقترب من 759 كم/س (460 ميل في الساعة). ويمكن لهذا النوع من البراكين تدمير منطقة يزيد نصف قطرها عن 200 كم (125 ميل).

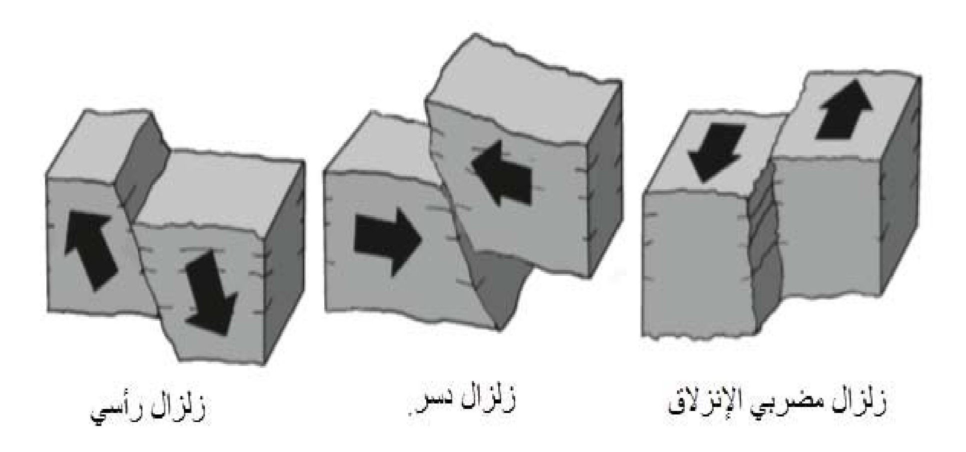


الزلازل

الزلازل هي نتيجة مميتة ومدمرة لاحتكاك الصفائح التكتونية مع بعضها البعض عند خطوط الصدع في القشرة الأرضية. والحدود الفاصلة بين الصفائح ليست ملساء-الكتل والمطبات في الصخور تسبب احتكاكًا يمنعها من التحرك بحرية، وحدوث الاحتكاك مصحوبًا بمرونة الصخر يؤدي إلى تراكم طاقة إجهاد، وعندما تكون الطاقة المتراكمة كافية للتغلب على الاحتكاك، تنزلق الصفائح فجأة مؤدية إلى هزة تنتشر كموجة خلال القشرة ويمكن أن تكون قوية بما فيه الكفاية لتتسبب في انهيار المباني وإثارة الانهيارات

الأرضية، أما إذا كان مركز الزلزال-النقطة التي ينتشر منها الزلـزال- موجـودًا في البحـر فإنـه يـؤدي إلى حدوث أمواج تسونامي.

هناك ثلاثة أنواع من الزلازل اعتمادًا على طبيعة الصدع المسئول عن حدوثها:



الصدوع المتباعدة، التي تتباعد فيها الصفيحتان عـن بعـضهما الـبعض، ينـشأ عنهـا زلازل "رأسـية"، أمـا الصدوع المتقاربة التي تدفع فيها إحدى الصفيحتين بقوة تحت الأخرى، ينشأ عنهـا زلازل يطلـق عليهـا "زلازل الدسر"، أما الصدوع الناقلة التي تنزلق فيها إحدى الـصفائح بمحـاذاة الأخـرى تـؤدي إلى "زلـزال مضربي الانزلاق" وتقاس الزلازل على مقياس درجة العزم الذي حل الآن محل مقياس ريختر الأقدم. وأي زلزال مقداره 7 أو أكثر يشكل خطرًا.

الانهيارات الأرضية

المواد العالقة على ميل أرضي شديد الانحدار تكون عرضة لفقد سيطرتها وبالتالي تنزلق إلى أسفل- وتكـون النتيجة هي حدوث انهيار أرضي والذي يمكن أن يحدث بسبب الزلازل، أو فعل المياه، أو النـشاط البـشري مثل المحاجر والتنقيب عن المعادن، وتتراوح التأثيرات ما بين إزعاجات بسيطة- عـلى سـبيل المثـال عنـدما يتسبب الحطام في إغلاق الطرق- وحتى التدمير ووجود خسائر في الأرواح عندما يجـرف الحطـام منـاطق مأهولة بالـسكان أو يـسقط عليهـا. والانهيـارات الأرضـية لا تتـضمن التربـة والـصخور فحـسب؛ فالجبـال المغطاة بالجليد عرضة لحدوث انهيارات ثلجية-وهـي انهيـارات هائلـة للـثلج-والتـي تـشكل خطـرًا عـلى

متسلقي الجبال، وعلى المتزلجين. أما الانهيارات الطينية المميتة فيمكن أن تحدث نتيجة الأمطار الغزيرة، وذوبان الجليد، وحتى الأنشطة البركانية.

الانهيارات الأرضية في البحار تؤدي إلى حدوث أمواج تسونامي، ومن المعتقد أن ذلك سيحدث يومًا ما على جزيرة لابالما الأسبانية عندما يحدث ما هو متوقع وينزلق الجزء الغربي من الجزيرة إلى المحيط مسببًا موجة تسونامي ارتفاعها 600 متر (656 ياردة) والتي ستشكل تهديدًا على أمريكا الشرقية.

الثوران البحيري

عام 1986 أطلقت بحيرة نيوس في دولة الكاميرون بغرب أفريقيا فجأة وبدون مقدمات كمية تقدر بـ 80 مليون متر مكعب من غاز ثاني أكسيد الكربون. واستقرت سحب الغاز في المناطق المخفضة في حدود 25 كم (15 ميل) حول البحيرة-مما أدى إلى سحب الأكسجين المتنفس فاختنق أكثر من 1700 فرد بالإضافة إلى عدد لا يعد ولا يحصى من الحيوانات البرية والأليفة، وهذه الحادثة هي أحد الأمثلة على الكوارث الطبيعية النادرة المرعبة ويطلق عليها "الثوران البحيري"

يحدث الثوران نتيجة غاز ثاني أكسيد الكربون المتحلل في مياه البحيرة. ويمكن لثاني أكسيد الكربون أن يقحم في الماء نتيجة عدد من العمليات، مثل تحلل المواد النباتية، وإطلاق الغاز من فتحات البركان عند قاع البحيرة- تقع جزيرة نيوس في فوهة بركان خامد عميق.و تمامًا مثل زجاجة المشروبات الغازية، الماء تحت ضغط عالي في قاع البحيرة له القدرة على احتواء غاز ثاني أكيد الكربون في محلول، لكن عندما يتحرك الماء على سبيل المثال خلال انهيار أرضي أو زلزال، أو عندما يسخن الماء بفعل حرارة بركانية ينطلق الغاز تلقائيًا. هناك برامج الآن في طريقها إلى التنفيذ لسحب ثاني أكيد الكربون من قاع بحيرة نيوس لمنع هذا النوع من التراكمات من أن يسبب ثوران بحيري.

الفيضانات

الأمطار الغزيرة المفرطة التي تؤدي إلى اندفاع مياه النهر نحو ضفتيه، وعواصف المحيط

المشتدة التي تؤدي إلى انهيار دفاعات البحر، وذوبان الجليد في الشتاء، والثلج في الربيع جميعها أسباب تؤدي إلى حدوث الفيضانات. وعلى الرغم من تقنيات القرن الحادي والعشرين المستخدمة في مراقبة الفيضانات وبناء السدود ضدها، لا زال هذا الشكل من الكوارث الطبيعية يمثل خطرًا مميتًا ومدمرًا على المناطق المنخفضة إلى وقتنا الحاضر؛ فهي تأتي على المنازل، والملكيات الخاصة والبنى التحتية -مثل الطرق والكباري فتدمرها، كما أنها تسبب خسائر في الأرواح خلال الغرق أو الأمراض بسبب تلوث موارد المياه بمياه المجاري. والخطر الذي تشكله الفيضانات سيزداد بسبب قيام التغيرات المناخية برفع مستويات منسوب البحر حول العالم وجعل ظواهر الطقس المتطرفة مثل الأعاصير والعواصف أكثر عرضة للحدوث.

أمواج تسونامي

تتسبب الحوادث البحرية العنيفة مثل الزلازل تحت البحرية، والتأثيرات الكونية للمذنبات أو الكويكبات مع المحيط في اضطرابات هائلة في المياه التي تتحرك بدورها إلى الخارج على صورة موجة مد، أنها موجة تسونامي التي تمتلك قوة كافية لطمس المناطق الساحلية. الكلمة "تسونامي" مشتقة من الكلمة اليابانية التي معناها "موجة الميناء". أن موجة تسونامي تحمل طاقة هائلة، لكن ارتفاع هذه الأمواج في عمق منتصف المحيط صغير، فالقارب الذي يبحر في منتصف المحيط الأطلسي ويشهد مسار موجه تسونامي بالكاد يشعر بأي تأثير عند مرور الموجة العميقة به، إلا أن بمجرد عبور هذه الموجة جرفًا قاريًا وتركيز طاقتها في طبقة ضحلة من المياه ترتفع لتصبح حائطًا مخيفًا من المياه يصل ارتفاعه غالبًا إلى عشرات المترات.

في اليوم العالمي للملاكمة عام 2004 اندفعت موجة تسونامي عبر المحيط الهندي- وتسبب فيها زلزال الدسر تحت البحري عند منطقة اندساس على ساحل سومطرة. وتسببت هذه الموجة الهائلة، التي وصلت إلى ارتفاع 30 متر، في بعض الأماكن في قتل ما يربو على 230000 فرد عندما جرفت اليابسة مسببة دمار واسع في 11 دولة.

الزوابع (**Tornadoes**)

الزوبعة هي عمود من الهواء يدور بسرعة كبيرة ويمتد من الأرض وحتى المزن الركامي في الأعلى، وأقوى الزوابع المعروفة تولد رياحًا سرعتها تفوق 500 كم/س (300 ميل في الساعة)، وبإمكان هـذه الـدوامات الوحشية اقتلاع المنازل من أساسها، ودفع الـسيارات والـشاحنات في الهـواء، وشـق طريـق دمـار خـلال صفحة الأرض يزيد اتساعه عن كيلو متر واحد. وتحدث الزوابع عندما يتحـرك الهـواء عنـد الارتفاعـات العليا بسرعة أكبر من سرعة الهواء القريب من سطح الأرض مما يؤدي إلى تكـون اسـطوانة أفقيـة مـن الهواء تتدحرج عبر الأرض، إذا تدحرجت هذه الأسطوانة خلال تيار هوائي دافئ، يحـرك الهـواء الـدافئ الإسطوانة إلى أعلى رأسيًا فيتولد الإعصار.

الزوابع تكون شائعة الحدوث في منطقة "زقاق الأعاصير" في الولايات المتحـدة الـذي يمتـد مـن منطقـة وسط اغرب الولايات المتحدة وحتى ولاية تكساس؛ امتزاج تيارات من الهواء الدافئ الرطب مـع الهـواء الجاف يمثل الظروف المثلى لتكون الأعاصير. وتستخدم محطات الرادار في هذه المنطقة في تعقب مـسار الزوابع الخطيرة حتى يمكن إصدار تحذيرات مسبقة.

العواصف الشديدة

في الخامس عشر من شهر أكتوبر لعام 1987 ضربت عاصفة مروعة أوروبا الشمالية، لقد ضربت إنجلترا وفرنسا برياح تقترب سرعتها من 220 كم/س (130 ميل في الساعة)- اقتلعـت الأشـجار، ودمـرت المبـاني، وتسببت في موت 22 شخص- وعلى الرغم من عـدم اعتبـار هـذه العاصـفة إعـصار عـلى نطـاق واسـع (زوبعة أطلسية) إلا أنها حققت عدة معايير للأعاصير بما فيها سرعة الرياح وانخفاض الضغط.

وتلـك العواصـف الـشديدة ليـست حكـرًا عـلى أوروبـا، ففـي عـام 1962 ضربـت الريـاح العاتيـة، والأمطاروالجليد الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية مما تـسبب في 40 حالـة وفـاة، وتـدميرات تصل إلى مئات الملايين من الدولارات. لكن حمدًا لله أن هذه العواصف لا تحدث في كثير مـن الأحيـان؛ لأن الظروف المسببة لها -اصطدام جبهة طقس قوي حار بشدة بجبهة طقس بـارد، وانـدماج عواصـف أصغر - نادرة.

الأعاصير (**Cyclones**)

الأعاصير هي أنظمة هائلة من العواصف التي تتكون في المناطق المدارية، حيث تحفز المحيطات الدافئة تيارات الحمل إلى أعلى والتي تندفع إلى أعلى بفعل تأثير كوروليس لتكون دوامات ذات قلب منخفض الضغط تدور حوله رياح عاتية. تعرف الأعاصير في المحيط الهادي باسم "تيفون" (typhoons)، أما الأعاصير التي تتكون في المحيط الأطلنطي فتسمى "إعصار استوائي" (hurricane).

بمجرد تكون الإعصار يتنقل غربًا إلى أن يصطدم باليابسة، ومن رحمة الله أن ذلك يجعل الإعصار يبدأ في التبدد من خلال الاحتكاك مع اليابسة، وزوال مصدر طاقته- الحرارة البحرية. تتسم الأعاصير شديدة العنف برياح ثابتة تعصف بسرعة تزيد عن 250 كم/س (150 ميل في الساعة)، كما أنها تدفع بأمواج المحيط إلى ارتفاع يزيد عن 5 أمتار على أي شيء يعترض مسارها. توجد أعتى الرياح فيما يسمى ب"جدار العين" وهي حلقة من العواصف المحيطة بالقلب منخفض الضغط للإعصار والذي يطلق عليه "العين". داخل العين التي يمكن أن يتراوح عرضها ما بين 8 كم وحتى 200 كم (5 إلى 125 ميل) تكون الظروف هادئة نسبيًا.

حرائق الغابات

لقد أصبح مشهد هكتارات الغابات المحترقة التي تهدد مساكن البشر والمواطن الطبيعية للحياة البرية شائعًا في الأخبار التليفزيونية. في عام 2007 اجتاحت النيران غابات محيطة بأثينا باليونان وتسببت في مقتل 65 شخص، وفي عام 2008 جاء الدور على جنوب أستراليا بينما في عام 2009 دمرت الحرائق 1300 كيلومتر مربع من الغابات في كاليفورنيا.

يلقي العديد من الخبراء بلوم الموجة الأخيرة من حرائق الغابات على كوكبنا الدفيء بحجة أن التغير المناخي يجعل النباتات شديدة الجفاف. بينما يقول أخرون أن جهود البشر في قمع حرائق الغابات قد أدت إلى فرط وجود وقود الإحتراق مما يؤدي بدوره إلى تحول الحرائق الصغيرة التي تكون تحت السيطرة إلى الحرائق العملاقة التي أصبحنا نراها في الآونة الأخيرة. وتساعد التكنولوجيا في السيطرة على الحرائق والتحكم بها؛ حيث تجمع محطات

رصد عبر الولايات المتحدة الآن معلومات بانتظام عن العوامل مثل درجة الحرارة، والرطوبة والطقس لوضع توقعات مفصلة عن الأماكن التي يحتمل فيها اندلاع حرائق الغابات.

الموجات الحرارية

مع إزدياد الدفء العالمي أصبحت الموجات الحرارية- الأوقات الطويلة عندما ترتفع درجات حرارة منطقة ما بشكل غير طبيعي- أكثر شيوعًا. وغالبًا يرجع سببها إلى أنظمة الطقس مرتفعة الضغط التي تمنع الغطاء السحابي مما يسمح بوصول كمية اكبر من ضوء الشمس إلى الأرض ويقلل من الكمية الكلية لهطول الأمطار. المدن والمناطق الحضرية تميل إلى التعرض إلى بعض أسوأ الموجات الحرارية حيث أن مواد البناء تحتجز الحرارة بكفاءة أكثر من احتجاز الأراضي للحرارة.

الموجات الحرارية والجفاف المصاحب لها يمكن أن يكون له تأثير كارثي على الدول النامية، لكن حتى في دول الغرب، الحرارة مشكلة أكبر مما تتخيل ففي عام 2002 استنتجت دراسة أجرتها مدرسة جونز هوبكينز بلومبيرج للصحة العامة أن الموجات الحرارية في الولايات المتحدة تقتل حوالي 400 شخص سنويًا.

التأثيرات الكونية

اصطدام الكويكبات والمذنبات بالأرض هي أحداث مدمرة إلى حد مرعب- لها القدرة على تدمير مدن، وقارات، بل تدمير الكوكب كله. في عام 1908 ضربت قطعة من الصخر أو الجليد من الفضاء منطقة "تونجوسكا" في روسيا وانفجرت بطاقة تعادل طاقة سلاح نووي 15 مليون طن- هذا يعادل قوة القنبلة التي دمرت مدينة هيروشيما في اليابان في نهاية الحرب العالمية الثانية 1000 مرة- مما أدى إلى تدمير ما يزيد عن 2000 كيلومتر مربع من الغابات في "تونجوسكا".

يعتقد أن الجسم الذي تسبب في أحداث "تونجوسكا" صغير نسبيًا- عرضه حوالي 50 متر-، فهناك مذنبات وكويكبات تفوق ذلك بكثير- عرضها كيلومتر أو أكثر. فالتأثير

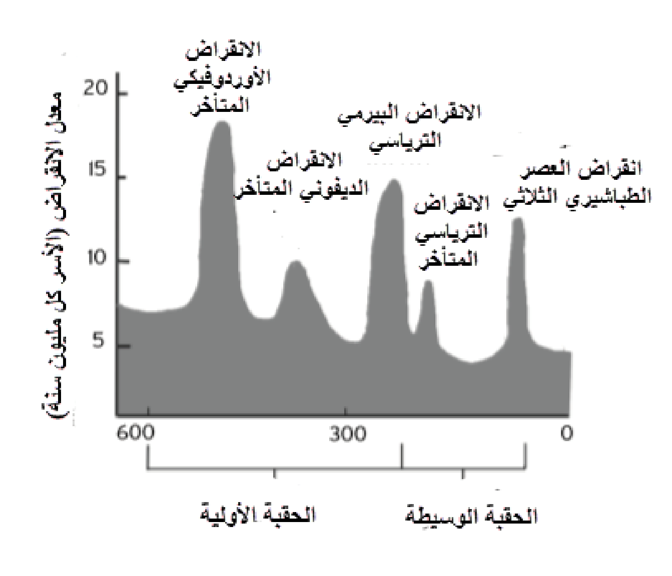
الناتج عن قطعة من الصخر أو الجليد عرضها كيلومتر واحد يمكنه تـدمير الحيـاة عـلى كوكـب الأرض، وإطلاق العنان للعواصف النارية، وأمواج تسونامي، وقذف سحب الرماد والحطـام إلى الغـلاف الجـوي مما يؤدي إلى حجب أشعة الشمس لسنوات عديدة الذي يؤدي بـدوره إلى انغـماس الكوكـب في شـتاء صناعي قاسي.

من المعتقد أن التأثيرات الكونية مسئولة على أقل تقدير عن واحد من الانقراضات الجماعية العظيمـة في تاريخ الأرض- الحدث الذي وقع منذ 65 مليون سـنة عنـدما اختفـت الديناصـورات مـن عـلى وجـه الأرض. يقوم علماء الفلك الآن بتمشيط السماوات بحثًا عن هذه الأجسام الخطيرة المحتملة وفي الوقت نفسه يحاول العلماء استنباط ما سوف يكون بمقدورنا فعله عندما نجد أحدها.

أشعة الموت

لقد أشار علماء الفلك إلى أن الإشعاعات القادمة من أحداث العنـف الفـضائية بإمكانهـا إثـارة كـوارث طبيعية مميتـة وخـسائر في الأرواح عـلى كوكـب الارض. انفجـارات المـستعر العظـيم، والمـستعر فـوق العظيم هي انفجارات قوية تحدث كعلامة على موت النجـوم هائلـة الحجـم، وإذا حـدث أحـد هـذه الانفجارات خلال مسافة قدرها 100 سنة ضوئية فسيكون بإمكانه تدمير الأرض التي قد نـضبت طبقـة الأوزون التي تحيط بها بالفعل مما يتيح للمستويات الضارة من الأشعة فوق البنفـسجية القادمـة مـن الشمس أن تسمم الحياة على سطح الكوكب. وقد كشف الدليل عـلى هـذه النظريـة علـماء في معهـد ريكن للبحوث باليابان في عام 2009 وجدوا علامات إشـعاعات- تغـيرات كيميائيـة مـستحثة في الأجـزاء الداخلية لجليد المنطقة القطبية الجنوبية بـالتزامن مـع تـواريخ- مـن الـسجلات الفلكيـة-لانفجـارات مستعرة عظيمة معروفة في تاريخ الأرض. ويتوقع بعض العلماء أن هذه الأحداث قد تؤدي إلى حـدوث انقراض جماعي للحياة على سطح الأرض بحجة أن النظرية تبدو متوافقة مع خصائص الانقراض الـذي حدث في نهاية الفترة الأوردوفيكية في العصرالأولي منذ حوالي 440 مليون سنة.

الانقراضات الجماعية



الانقراضات الجماعية هي الكارثة الطبيعية القصوى وتحدث عندما تختفي نسبة كبيرة من السلالات المكونة للحياة على كوكب الأرض من على وجه الكوكب في مدة زمنية قصيرة، وقد وجد العلماء الذين يدرسون السجل الأحفوري للأرض في عصور ما قبل التاريخ خمس حوادث كبيرة في الماضي انخفض فيها عدد الفصائل المتحجرة بشكل كبير، وتعرف باسم الانقراضات الخمسة العظيمة،و تظهر على شكل قمم في الرسم البياني المرسوم بين معدل الانقراض والزمن.،وهي: الانقراض الأوردوفيكي المتأخر، والانقراض الديفوني المتأخر، والانقراض البيرمي الترياسي (جميعها في الحقبة الأولية)، والانقراض الترياسي المتأخر في الحقبة الوسيطة، وانقراض العصر الطباشيري الثلاثي. الذي انقرضت فيه الديناصورات، وأكبر هذه الانقراضات هو الانقراض البرمي- الترياسي- الذي انقرضت فيه 90% من الفصائل البحرية، و 70% من الفقاريات. من المعتقد أن الانقراضات الجماعية يرجع سببها إلى أحداث فضائية قوية مثل: التأثيرات الكونية، وأشعة الموت بالإضافة إلى ظواهر أرضية مثل تغير المناخ والبراكين الخارقة.

الغلاف الجوي للأرض

مكونات الغلاف الجوي

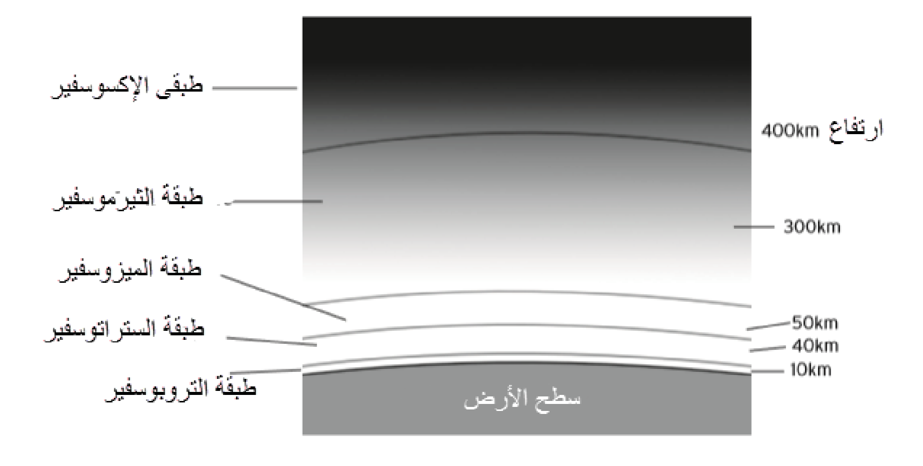
الغلاف الجوي للأرض عبارة عن خليط من غاز النيتروچين، والأكسچين والأرجون، وثاني أكسيد الكربـون بنسب 78%،و 21%،و0.93%، و0.38 على الترتيب. وعنـد مـستوى سـطح البحـر يـسبب الغـلاف الجـوي ضغطًا مقداره 1 بار، تحت الظروف الطبيعية، حيث 1 بار يساوي 100000 باسكال. يعبر خـبراء الطقـس عادة عن الضغط باستخدام وحدة المللـي بـار (mb)، حيـث أن ا بـار= 1000 ملـلي بـار. تـسبب أنظمـة الطقس تغيرات جوهرية في الضغط- على سبيل المثال، في عين الإعصار قد يـنخفض الـضغط إلى 870 ملـلي بار، حتى في الطقس الهادئ يقل الضغط بالارتفاع، فهو يـصبح نـصف قيمتـه تقريبًـا كـل 5.6 كـم (3.5 ميل) فوق سطح الكوكب. يقع 99.99% من الغلاف الجوي ضمن حدود 100 كم (60 ميل) من السطح- وهذه هي النقطة التي اعتبرت حافة الفضاء)

مكونات الغلاف الجـوي هـي مـا يعطـي الـسماء لونهـا؛ فـالمواد الكيميائيـة في الهـواء تفـضل تـشتيت الضوء الأزرق من طيف الإشعاع المغناطيسي من الشمس عبر السماء مما يعطي الـسماء درجـة اللـون الأزرق.

بنية الغلاف الجوي

يقــسم العلــماء الغــلاف الجــوي لــلأرض إلى طبقــات، الطبقــة الــدنيا منهــا هــي طبقــة المتكــور الدوار"التروبوسفير" (troposphere) التي تمتد حتى ارتفاع ما بين 7 كم و28 كم (4.5 إلى 17 ميل) وتعرف بأنها الطبقة التي يعمل سطح الأرض عـلى تـسخينها- لـذلك تـنخفض درجـة الحـرارة بالارتفـاع، وعنـد الحافة العلوية لطبقة التروبوسفير يوجد حدًا تحدده طبقة رقيقة تسمى "التروبـوز" (tropopause)، أمـا في المستوى الذي يعلوه توجد طبقة المتكور الطبقـي "الـستراتوسفير" (stratosphere) والتـي تمتـد مـن الجـزء العلوي لطبقة التروبوسفير وحتـى ارتفـاع 50 كـم (31 ميـل)، وعنـدها يقـسم الحمـل الغـلاف الجـوي إلى طبقات مختلفة في درجة الحرارة، ويرتفع الزئبق مـع زيـادة الارتفـاع. وتـضم طبقـة الـستراتوسفير طبقـة

الأوزون التي تحمي الأرض من الإشعاعات الشمسية فوق البنفسجية الضارة، وفوقها طبقة المتكور الأوسط "الميزوسفير" (mesosphere) حيث تقل درجة الحرارة مجددًا بالارتفاع ؛ فهذه الطبقة تصل إلى ارتفاع حوالي 85 كم (53 ميل) وهي أكثر الطبقات برودة من بين طبقات الغلاف الجوي حيث تهبط درجة الحرارة إلى -100 مئوية (-148 فهرنهيت)، وبعد الميزوسفير توجد طبقة المتكور الحراري"الثيرموسفير" (thermosphere) التي تمتد من 80 كم (50 ميل) حتى تصل إلى الفضاء عند ارتفاع حوالي 400 كم (250 ميل).، وعند ذلك الارتفاع تصبح حرارة الشمس هي المصدر الرئيسي للحرارة وتتسبب في رفع درجة الحرارة إلى مايزيد عن 1000 درجة مئوية (1830 فهرنهيت)، وأخيرًا نجد طبقة "الإكسوسفير"(exosphere) الحد الخارجي المخلخل للغلاف الجوي.



خلية هادلي

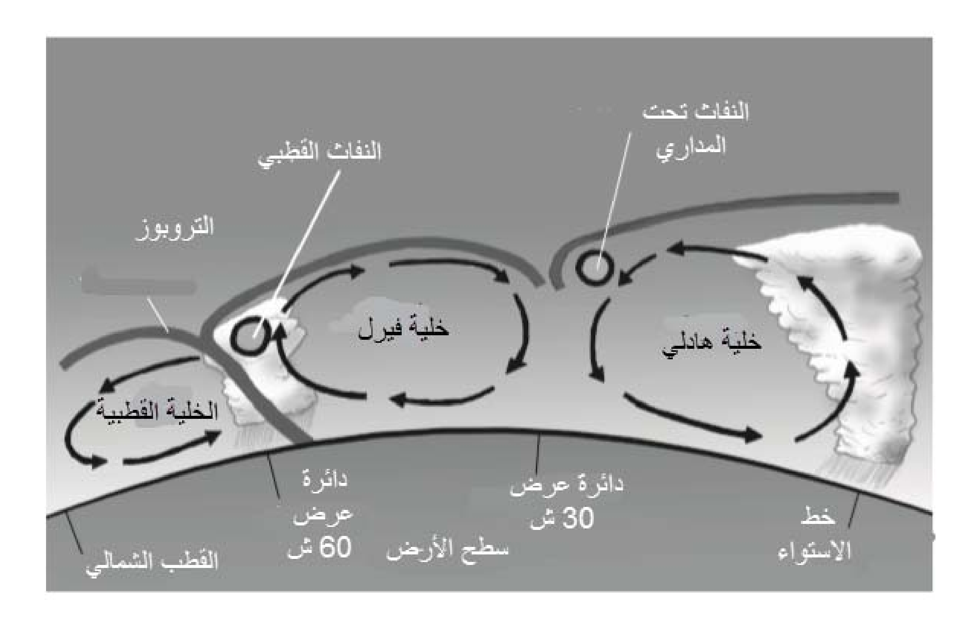
خلية هادلي هي تيار حمل قوي يسيطر على دوران الهواء في الغلاف الجوي للأرض، فالهواء الساخن عند خط الاستواء يرتفع إلى ما يزيد عن 10 كم (6.2 ميل) ثم ينتقل ناحية القطبين إلى دوائر عرض حوالي +/-30 حيث يبرد ويهبط إلى مستوى سطح البحر مجددًا ثم ينجرف مرة أخرى نحو خط الاستواء.

يميل الهواء في خلية هادلي إلى فقد رطوبته نتيجة التكاثف عند درجات الحرارة المنخفضة عند الارتفاعات الشاهقة، ولهذ السبب يكون الهواء جافًا ويعود إلى مستوى سطح البحر

وهذا هو أحد العوامل المساهمة في تكون الصحاري حول المناطق المدارية، وبالمثل يميل الهـواء البـارد إلى الهبوط حول قطبي الكوكب ثم ينتقل إلى دوائر عرض +/-60 ثم يسخن هناك فيرتفع مجددًا وهـذا يشكل تيار دوران يعرف باسم " الخلية القطبيـة". الهـواء الهـابط في خليـة هـادلي والـصاعد في الخليـة القطبية يشكلان تيار حمل ثالث من تيارات الغلاف الجوي بين التيارين السابقين يسمى خلية منتصف خط العرض(mid-latitude) أو خلية فيريل الذي يمتد بن دائرتي عرض +/-30 إلى +/-60.

التيارات النفاثة

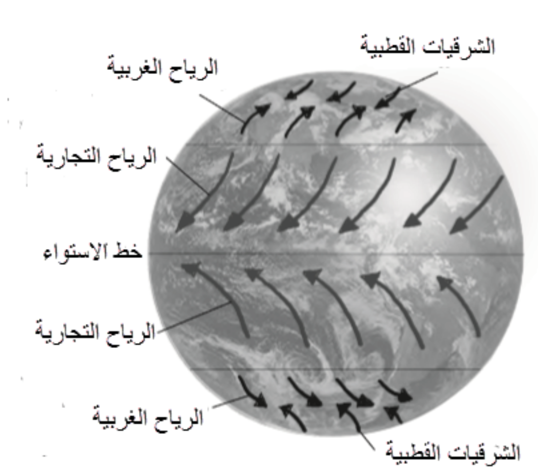
التيارات النفاثـة هـي أحزمـة مـن الهـواء عـالي الـسرعة يـدور حـول الأرض في اتجـاه شرقـي في طبقـة التروبوسفير العليا، وهناك تياران نفاثان أساسـيان-التيـارات النفاثـة القطبيـة والتيـارات النفاثـة تحـت المدارية، وهي نتيجة لقانون بقاء كمية التحرك الزاوية مـن الـديناميكا الدورانيـة. وأثنـاء دوران الأرض ينجرف الهواء على سطح الأرض في دائـرة عملاقـة لكـن أثنـاء انتقـال الهـواء إلى القطبـين خـلال خليـة هادلي.فإن نصف قطر الدوران يقل. وتمامًا مثلما تزداد سرعة متزلج الجليـد مـن خـلال سـحب ذراعيـه يتحرك الهواء نحو القطبين ويقل نصف قطر دورانه وبالتالي تزداد سرعته وتنتج تيـارات نفاثـة، وتأخـذ اتجاهها



الشرقي من تأثير كوروليس. والطائرات التي تطير نحو الشرق تستفيد من التيارات النفاثة عن طريق استخدامها كريح مساندة قوية للتقليل من زمن الطيران ومن الوقود المستخدم.

الرياح التجارية

الرياح التجارية هي تيارات هوائية عند سطح الأرض نتيجة خلية هادلي وهو تيار حمل عملاق يحدث في الغلاف الجوي. ففي خلية هادلي يتحرك الهواء نحو خط الاستواء بمحاذاة سطح الأرض لكن تأثير كوروليس يسبب إنحراف هذا التدفق المستقيم مكونًا هواء يتجه نحو خط الاستواء من الشمال



الشرقي في نصف الكرة الشمالية ونحو خط الاستواء من الجنوب الشرقي في نصف الكرة الجنوبي، وهذه التيارات هي الرياح التجارية؛ والمكان الذي تتقارب فيه عند خط الاستواء يكون حزامًا من الهواء الساكن ويعرف باسم "الركود"(doldrums) حيث تجرف خلية هادلي الرياح إلى دوائر عرض أعلى. و تحت خلية فيرل عند خطوط عرض بين +/-30 و+/- 60 تؤدي الآلية نفسها إلى تكون رياح تعرف باسم الرياح الغربية والتي تهب من الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي، ومن الشمال الغربي في نصف الكرة الجنوبي. أما الخلايا القطبية فتولد رياح مشابهة في الاتجاهات المضادة وتعرف باسم الشرقيات القطبية.

طبقة الأوزون

هناك قشرة من الغلاف الجوي تقع أعلى الأرض في طبقة الستراتوسفير تسمى طبقة

الأوزون، وهي طبقة غنية بالأوزون- الذي يعرف أيضًا باسم الأكسچين الثلاثي، وهو جزيء مكـون مـن ثلاث ذرات أكسچين مرتبطة معًا. ويلعب الأوزون دورًا مهمًا في جعل الأرض كوكبًا صـالحًا للحيـاة عـن طريق امتصاص معظم الضوء فوق البنفسجي الضار القادم من الشمس، ولولا طبقة الأوزون لارتفعـت معدلات سرطان الجلد وإعتام عدسة العين.

لقـد نـضبت طبقـة الأوزون حـول الأرض بـسبب تلـوث الهـواء في شـكل غـازات تعـرف باسـم الكلوروفلوروكربونات (CFCs) التـي تـستخدم كمـواد دافعـة في الـرش بـالرذاذ وفي مـبردات الثلاجـات. الأشعة فوق البنفسجية تتفاعل مـع هـذه المـواد الكيميائيـة مكونـة شـوارد أكـسيد النيتروچـين الحـرة (nitrogen oxide free radicals) التي تفكك طبقة الأوزون مما أدي إلى تقليل سمك طبقة الأوزون تقلـيلًا خطيرًا فوق القارة القطبية الجنوبية-"ثقب الأوزون". وقـد أصـبح اسـتخدام الكلوروفلوروكربـون حاليًـا محظورًا عالميًا، ويبدو أن معدلات نضوب طبقة الأوزون أصبحت أبطأ نتيجة لهذا الحظر - عـلى الـرغم من أن محو هذه الملوثات من الغلاف الجوي تمامًا قد يستغرق 100 عام.

الأيونوسفير

الجزء العلـوى مـن طبقـة الميزوسـفير، والجـزء الـسفلي مـن طبقـة الثرموسـفير هـو مكـان تواجـد طبقـة الأيونوسفير حيث تكون الذرات والجزيئات في الغلاف الجوي متأينة بسبب إشعاع الشمس. والأيونوسـفير هو الطبقة التي يتكون فيها الشفق، حيث أن الجـسيمات عاليـة الطاقـة القادمـة مـن الـشمس تـصطدم بذرات وجزيئات الغاز الموجود في الهواء الجوي لتشكل عروض الضوء المذهلة وطبقة الأيونوسفير مفيـدة أيضًا في الاتصال العالمي. فالغاز في هـذه الطبقـة متـأين وبالتـالي يكـون موصـلًا للكهربـاء ويـسلك سـلوك المعدن مما يعني أن في إمكانها جعل الإشعاع الكهرومغناطيسي يخضع للإنعكاس وهو ما يمكن استخدامه في ارتداد إشارات الراديو بين طبقة الأيونوسفير والأرض مما يؤدي إلى بثها عبر الكوكب.

حزاما فان آلين

حزامـا فـان آلـين هـما حزامـان عـلى شـكل تـارة، مكونـان مـن جـسيمات عاليـة الطاقـة مـن

الشمس يحتجزها المجال المغناطيسي للأرض. وهذان الحزامان يحتضنان بعضهما البعض، ويتكون الحزام الخارجي، الذي يمتد ما بين 15000 كم و25000 كم (9500 و15500 ميل) فوق خط الاستواء الأرضي، في الأساس من جسيمات من الإلكترونات، بينما الحزام الداخلي، الذي يقع ما بين 1000 كم و5000 كم (600 و3000 ميل) تغلب فيه البروتونات عالية الطاقة. وقد تكهن بهما لأول مرة عالم الفيزياء الفلكية الأمريكي الطبيب چيمس فان آلين، والذي كان أول من اكتشفهما أيضًا في عام 1958- عن طريق التفسير الصحيح للبيانات التي عادت مع مركبة فضاء المستكشف 1 لناسا. وتحتاج الأقمار الصناعية المارة خلال الحزامين إلى تكوين الدروع لمنع الإشعاعات من إتلاف أجهزتها الإلكترونية الحساسة.

الغلاف المغناطيسي

لا يقف تأثير المجال المغناطيسي للأرض عند سطح الكوكب بل يمتد خلال الغلاف الجوي وفي الفضاء في فقاعة عملاقة من المغناطيسية تعرف باسم الغلاف المغناطيسي. على الارتفاعات القريبة من سطح الأرض يكون لطبقة الغلاف المغناطيسي (magnetosphere)[1] نصيبًا من اسمها فهي تقريبًا كروية في هذه المنطقة لكن فيما بعد ذلك أي على ارتفاع حوالي 60000 كم (37250 ميل) يتأثر شكل هذا الغلاف بتأثيرين من الشمس: الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي للشمس. هذان التأثيران يتسببان في سحب الغلاف المغناطيسي خلف الكوكب مكونًا ذيلًا طويلًا يمتد حتى 1.25 مليون كم (776700 ميل) في الفضاء بين الكواكب. وقد كان لهذا الغلاف دورًا حاسمًا في ظهور الحياة على سطح الكوكب فقد عمل كدرع لحماية السطح من الجسيمات الإشعاعية المشحونة كهربيًا القادمة من الفضاء.

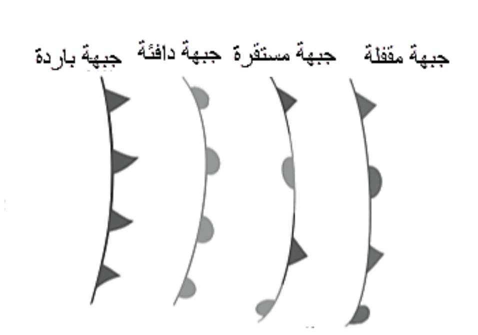
(1) كلمة sphere تعني في الإنجليزية كرة.

الأرصاد الجوية

الرياح

مصطلح "الرياح" هو المصطلح الذي يطلقه علماء الأرصاد- العلماء الذين يقومون بدراسة طقس الأرض- على حركة تكتلات كبيرة من الهواء عبر سطح الكوكب. وعلى الرغم من وجود أنماط مؤكدة وراسخة من الرياح مثل التيارات النفاثة، والرياح التجارية إلا أن معظم الرياح الجوية التي نواجهها يومًا بعد يوم تكون أقل توقعًا. تحدث الرياح بسبب الاختلافات في ضغط الغلاف الجوي- يتدفق هواء المناطق ذات الضغط المرتفع إلى المناطق التي يكون ضغطها أكثر انخفاضًا. والاختلافات في الضغط نفسها ترجع إلى تأثيرات حرارية-تحركات الهواء إلى أعلى تقلل من الضغط المؤثر على الأرض الدافئة مقارنة بالبحر البارد، بينما يؤدي سريان الهواء البارد إلى أسفل إلى تكون مناطق مرتفعة الضغط. وبهذه الطريقة تدار أنظمة الرياح الأرضية عن طريق الحرارة التي تتلقاها الأرض من الشمس- ولهذا السبب يكون توليد الكهرباء باستخدام الرياح شكل غير مباشر من أشكال الطاقة الشمسية. وتقاس سرعات الرياح طبقًا لمقياس بيفورت اعتمادًا على سرعتها في العقدة (1 عقدة=1.9 كم/س=1.2 ميل في الساعة).

جبهات الطقس



الرموز التي تشير إلى اتجاه تحرك جبهة الطقس

سبق وأن رأينا جميعًا تلك الخطوط من المثلثات الزرقاء، وأنصاف الدوائر الحمراء على خرائط الطقس على شاشة التلفاز، والتي تشير إلى جبهات باردة وجبهات دافئة. الجبهة الباردة هي تمامًا بمعنى الكلمة حافة لحجم كبير من هواء بارد مقترب؛ وصوله سيؤدي إلى هطول أمطار لأن الهواء الرطب الدافئ سيتصاعد فوق كتلة الهواء البارد وستتكثف رطوبته لتكوين سحب، وأحيانًا قد تحدث عواصف رعدية، وبمجرد وصول جبهة باردة فإنها تجلب معها منطقة ضغط مرتفع. وبالمثل، الجبهة الدافئة هي حافة كتلة مندفعة من هواء درجة حرارته

ورطوبته أعلى نسبيًا؛ وغالبًا ما تجلب سقوط أمطار قليلة، لكن ليس بنفس حدة مرورها بجبهة باردة. أحيانًا تسبق جبهة دافئة جبهةً باردة- ويعرف ذلك باسم "الجبهة المغلقة"، ومن ناحية أخرى، عند تلاقي جبهتين باردة ودافئة لهما نفس القوة- بحيث لا تصل أي منهما إلى الأرض- تسمى الجبهة الناتجة "جبهة مستقرة".

السحب

تعرف الكتل المنتفخة من قطرات الماء الصغيرة في سماوات كوكب الأرض باسم السحب. وهي أساسية لظواهر الطقس الأخرى مثل سقوط الأمطار والبَرَد، والثلوج. المياه الموجودة في السحابة تشتت وتبعثر أشعة الشمس المارة خلالها، ويكون هذا التأثير طفيف في السحب الصغيرة المخلخلة، وتظهر السحب بيضاء ورقيقة لكن السحب الأكبر كثافة وسمكًا - محملة بالماء-تمتص نسبة أكبر من الضوء فتظهر رمادية أو حتى سوداء.



تنقسم السحب إلى أربعة عائلات (انظر الرسم). العائلة (أ) تضم السحب المرتفعة مابين 3 كم إلى 18 كم (2 إلى 11 ميل) فوق المستوى الأرضي (AGL).اعتماداً على دوائر العرض، وتضم هذه العائلة السحاب الرقيق المرتفع (القزع)(Cirrus)،، والسحاب الطباقي المرتفع (Cirrostratus). أما السحب المتوسطة تُكون العائلة (ب) وتتوزع بين ارتفاعي 2 كم إلى 8 كم (1.25 ميل حتى 5 ميل) فوق المستوى الأرضي، وتضم سحبًا على شكل صفائح هي السحاب الطباقي المتوسط (Altostratus)، والسحاب الركامي المتوسط(Altocumulus).. أما السحب المنخفضة فتتواجد حتى ارتفاع 2 كم (1.25 ميل) مثل السحب البيضاء المنتفخة التي يطلق عليها السحاب الركامي المنخفض (Cumulus) والتي تشكل العائلة (ج)، وأخيرًا هناك سحب رأسية من العائلة (د) التي تتكون على ارتفاعات عديدة- غالبًا الركام المزني (Cumulonimbus) الذي يكون على وشك الإمطار. ويطلق على الدراسة العلمية للسحب اسم "علم السحب".

هطول الأمطار

عندما تنخفض درجة حرارة الركام المزني أو السحاب المزني الطبقي بقدر يكفي لتكثف القطرات وتحولها إلى مياه في الحالة السائلة تكون النتيجة هطول الأمطار.، ويشير علماء الأرصاد إلى هذه العملية باسم الهطول (precipitation) - يجب مراعاة عدم الخلط بينه وبين الترسيب الكيميائي (chemical precipitation)-. الأمطار جزء من دورة المياه، وهي أوج العملية التي بواسطتها تتبخر المياه من المحيطات لتكون السحب ثم تسقط مجددًا إلى الأرض على هيئة أمطار وبذلك تتكرر العملية.

يميل هطول الأمطار إلى الحدوث في المناطق منخفضة الضغط لأن الضغط الجوي المنخفض يرجع سببه إلى ارتفاع التيارات الحرارية التي تسحب الهواء من سطح الكوكب، وتحمل التيارات الهواء الرطب إلى ارتفاعات كبيرة حيث تكون درجة الحرارة منخفضة مما يسمح بتكثف الرطوبة وهطولها على هيئة أمطار، وعندما تكون هناك فترات طويلة من الضغط العالي تسود منطقة ما يمكنها التسبب في قلة هطول الأمطار أو حدوث جفاف.

الثلج والبَرَد

درجات الحرارة المنخفضة انخفاضًا شديدًا تؤدي إلى تكثف الرطوبة الموجودة في السحب ليس إلى مياه في الحالة السائلة بل إلى جليد متجمد على هيئة بَرَد وثلج، وهذا يحدث عندما تحمل تيارات الهواء المتحركة إلى أعلى في المناطق منخفضة الضغط الماء في سحابة ما إلى المستويات التي تكون فيها درجة حرارة الهواء منخفضة بما يكفي لتجمد البخار والقطرات، وتساعد الظروف الباردة الشتوية هذه العملية فهي تقلل الارتفاع الذي يمكن أن يحدث عنده هذا التجمد. وعندما يكبر جسيم الثلج بمحاذاة النقطة التي يمكن لتيار الهواء المتصاعد دعمها فيها تسقط إلى الأرض تحت تأثير وزنها

يتكون الثلج والبَرَد بطريقتين مختلفتين قليلًا، فالثلج يتكون أثناء نمو بلورة الجليد مباشرة من البخار والقطرات الصغيرة في السحابة لتكوين رقائق ثلجية رقيقة لكن عندما تتكثف قطرات الماء السائل الكبيرة أولًا ثم تتجمد ينتج البَرَد.حبات البَرَد يمكن أن تكون مميتة فأحيانًا يكون عرضها 15 سم وتزن ما يزيد عن كيلو جرام.

الضباب

الضباب هو كتلة من قطرات الماء التي تتكون عند مستوى الأرض والتي تشبه السحابة، ويتكون بتبريد الهواء عدة درجات تحت "نقطة الندى"- درجة الحرارة التي تحتاجها الرطوبة للتكثف- وتختلف نقطة الندى باختلاف رطوبة الهواء، فالهواء عالي الرطوبة يكون له القدرة على تكوين الضباب عند درجات حرارة أعلى أكثر من قدرة الهواء الجاف على ذلك. وعندما يتكون الضباب تتجمع قطرات الرطوبة حول ما يسمى "نواة التكثف"- وهي عادة جسيمات من التراب والأقذار الموجودة في الهواء.

هناك مناخات في بعض المناطق حول العالم تجعل من هذه المناطق عرضة بشكل خاص إلى ظهور الضباب، وأحدها خليج سان فرانسيسكو حيث يعمل الهواء البارد الذي يهب من المحيط الهادئ على تبريد الهواء في الخليج إلى نقطة الندى مكونًا ضفاف من الضباب السميك الدوار.

البرق

البرق هو تفريغ مفاجئ للكهرباء من سحابة عاصفة إلى سطح الأرض- أو إلى سحابة عاصفة أخرى تحمل شحنة كهربية معاكسة. ضرب البرق عملية عنيفة للغاية، فهي تقوم بتسخين الهواء في المناطق المجاورة مباشرة إلى درجات حرارة تصل إلى أعلى من 30000 درجة مئوية (54000 فهرنهيت) بينما يمكن للتيارات الكهربية المرتبطة بذلك أن تصل إلى عشرات الآلاف من الأمبيرات. ويحدث البرق لأن الجوانب السفلية من السحب تكون حاملة لشحنة سالبة مما يدفع بالشحنات الموجبة إلى الأرض. ويحدث تفريغ البرق من خلال تكون قائد- وهو عبارة قناة من هواء متأين (موصل للكهرباء) تمتد من السحابة الرعدية وحتى سطح الأرض في مسار ثعباني ملتو، وكاستجابة لذلك، يبدأ القواد الأصغر في الزحف إلى أعلى من النقط الموجودة على سطح الأرض. عندما يلتقي قائد أرضي بقائد سحابي تتدفق الشحنة بسرعة من الأرض إلى السحابة- وتسمى "الضربة الرجعية"- وتبعث بوميض مبهر من الضوء مصحوبًا بتفريغ هائل من الطاقة الصوتية والذي نسمعه متمثلا في قصف الرعد.

ظاهرة النينو

كل بضع سنوات تفيض مياه دافئة من المحيط الهادئ وتتدفق نحو الساحل الغربي لأمريكا، ويتسبب الضغط المنخفض الناتج عن التيارات الحرارية المتصاعدة من هذه المياه في زيادة هطول الأمطار في ظاهرة تعرف باسم ظاهرة "النينو".

في الظروف الطبيعية، تدفع الرياح التجارية الماء في اتجاهات غربية عبر المحيط الهادئ نحو أستراليا وإندونيسيا- حيث تكون درجات حرارة البحر بطبيعتها مرتفعة، وهذا يجعل مستويات البحر هناك أعلى ببضع العشرات من السنتيمترات لكن خلال السنة التي تحدث فيها ظاهرة النينو، تخفف الرياح التجارية من سرعتها مما يتيح للماء الدافئ التدفق عكس الاتجاه مكونًا ضغط جوي منخفض على الأمريكتين- وضغط عال عند الحافة الغربية للمحيط. وفي السنوات الفاصلة بين حدوث هذه الظاهرة ينعكس الوضع،بمعنى أن الضغط المنخفض يحدث في الجانب الغربي من المحيط الهادئ والضغط العال يكون

عند الجوانب الشرقية- وهو ما يسمى أحيانًا باسم " النينا". ويطلق على الدورة بأكملها اسم التردد الجنوبي. وهناك ظاهرة مناظرة لهذه الظاهرة تحدث في نصف الكرة الشمالي تسمى "التردد الأطلنطي الشمالي".

التنبؤ بالطقس

التنبؤ بالطقس هو العلم الذي يستخدم بيانات الأحوال الحالية للطقس بالإضافة إلى نماذج سلوك أنظمة الطقس بهدف محاولة التنبؤ بالأحوال الجوية خلال عدة أيام قادمة. وتقوم محطات الرصد والأقمار الصناعية للطقس بأخذ قراءات الكميات المختلفة مثل درجة الحرارة، وسرعة الرياح، والضغط الجوي، والرطوبة، وتُقدم هذه البيانات إلى أجهزة كمبيوتر فائقة- آلات حوسبة موازية تعالج البيانات من أجل الحصول على النواتج المستقبلية الأرجح حدوثًا إلا أن كفاءة هذه العملية محدودة بحقيقة أن الطقس يخضع لنظرية الفوضى مما يجعل الحصول على تنبؤات موثوقة لأكثر من أيام معدودة قادمة- أو ربما أقل من ذلك - أمرًا صعبًا للغاية. التنبؤ بالطقس يمثل أهمية حاسمة للزراعة، والطيران، والنقل البحري والجيش.

علم الجيولوجيا

الصخور الملتهبة

يصنف علماء الصخور- العلماء الذين يدرسون تكون الصخور- الصخور إلى ثلاثة أنواع: صخور نارية، وصخور رسوبية وصخور متحولة. أما الصخور النارية فهي في الأساس صهارة متصلبة-المادة المنصهرة التي تنبعث من الأجزاء الداخلية للأرض أثناء الانفجارات البركانية، وعند الصدوع المتباعدة في القشرة الأرضية. وهناك ثلاث فئات مختلفة من الصخور النارية: الصخور الجوفية أو المندسة وهي تلك الصخور التي تتكون من الصهارة التي تجمدت تحت الأرض ثم اندفعت إلى الأعلى من خلال القشرة على هيئة نتوء صخري- الجرانيت هو أحد الأمثلة على ذلك. والصخور البركانية أو الانبثاقية وهي تلك التي تتكون على السطح من الصهارة التي اندفعت إلى السطح في حالتها السائلة-

البازلت مثال على هذه الفئة. أما صخور تحت السطحية فتقع في منتصف المسافة بين الفئتين، فهي تتصلب عند أعماق ضحلة مكونة نتوءات صخرية أصغر عند السطح- صخر الأنديزيت الأسود من الصخور تحت السطحية.

الصخور الرسوبية

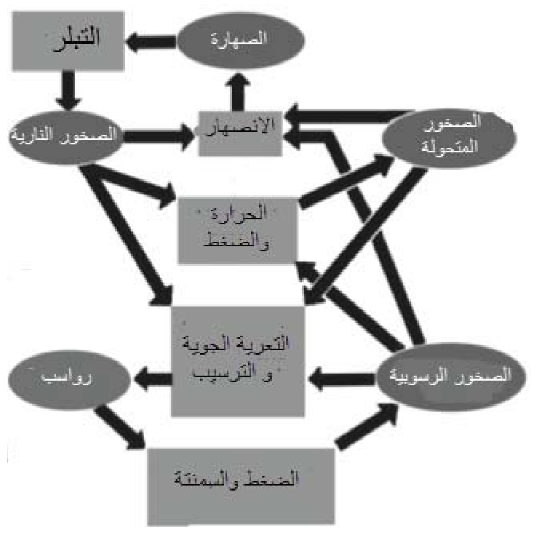
تعرف المعادن التي تشكلت من طبقات الطمي التي ترسبت وضغطت لعشرات أو حتى مئات الملايين من السنين باسم الصخور الرسوبية، وشأنها شأن الصخور النارية تنقسم إلى فئات رئيسة ثلاثة: الصخور الفتاتية التي تتكون من جسيمات من صخور أخرى تعرضت للتآكل أو السحق ثم ترسبت مرة أخرى- الحجر الرملي هو أحد أمثلة ذلك، ومن ناحية أخرى هناك صخور رسوبية كيميائية مكونة الرواسب المتكونة في الماء نتيجة هطول الأمطار الكيميائية، فعلى سبيل المثال، يتكون صخر الجبس الرسوبي عندما تترك جسيمات من كبريتات الكالسيوم المحلول- ربما أثناء تبخر بعض الماء مما يؤدي إلى زيادة تركيز المحلول. أما الصخور الرسوبية العضوية فتتكون من بقايا النباتات والكائنات الحية، ومن أمثلة ذلك، الحجر الجيري (الذي تكون من بقايا الهياكل العظمية للشعاب المرجانية والمخلوقات البحرية الأخرى)، والفحم (المتكون من البقايا المضغوطة لنباتات ميتة منذ فترة طويلة).

الصخور المتحولة

"الصخور المتحولة" مصطلح يستخدم للإشارة إلى المعادن التي غيرت من خواصها أو بنيتها بفعل درجة الحرارة والضغط. وهناك ثلاث آليات لتكون هذه الصخور: تحول الملامسة، والتحول النطاقي، والتحول التهشمي. يحدث تحول الملامسة عندما تخترق قناة متصاعدة من الصهارة طبقة من الصخور الرسوبية في القشرة الأرضية، حيث تنتشر حرارة الصهارة في الصخور الرسوبية وتسبب إعادة تبلورها في شكل جديد؛ على سبيل المثال، عندما ترتفع الصهارة وتخترق الحجر الجيري ينتج الرخام، وبينما يكون تحول الملامسة محدودًا بنطاق معين، التحول النطاقي يؤثر على نطاق واسع، ومثال ذلك، عنما يتسبب وزن الطبقات العميقة من الرواسب في جعل المستويات الأقل تهبط إلى أعماق من

القشرة أكثر سخونة وتتبلور من جديد، وتلك هي العملية التي يتحول فيها الصخر الطيني إلى صخر الإردواز. أما التحول التهشمي فيحدث عند خطوط الصدع ويحدث عند مواضع التقاء الصفائح التكتونية، ويتسبب ضغط السحق في جعل الصخر يغير من شكله.

دورة الصخور



تصف دورة الصخور العلاقة المتبادلة بين الصخور النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة. تبدأ الدورة بالصهارة المائعة أو شبه المائعة، والتي تتصلب مكونة الصخور النارية والتي يمكنها بعد ذلك أما الانصهار متحولة إلى صهارة مرة أخرى أو التحول بفعل درجة الحرارة والضغط إلى صخور متحولة، أو تتعرض للتعرية وتتحلل إلى جسيمات يتم ترسيبها وضغطها لتكون صخورًا رسوبية. الصخور الرسوبية بدورها يمكن أن تتحلل وتتعرض للتعرية مجددًا لتشكل صخورًا رسوبية جديدة، أو أن تنصهر مكونة صهارة تارة أخرى(على سبيل المثال، عن طريق الاندساس عند صدع متقارب)، أو أن تنضغط وتسخن مكونة صخورًا متحولة. أما الصخور المتحولة فيمكنها أن تسلك أحد مسارين- أما أن تتعرض للتعرية لتكون صخورًا رسوبية أو أن تنصهر مرة أخرى متحولة إلى صهارة.

كمية المياه الموجودة في مناخ الأرض حاليًا دورًا هامًا في دورة الصخور، فالمياه هي التي تقوم بتعرية الصخور لتشكل جسيمات رسوبية جديدة، وتساعد في الترسيب التدريجي لهذه الجسيمات وضغطها لتكون صخورًا جديدة.

التربة

في معظم مناطق تكتلات اليابسة الطبيعية على سطح كوكب الأرض تكون الطبقة العليا مكونة ليس فقط من الصخور البحتة بل أيضًا من التربة- وهي خليط من صخور تعرضت للتعرية ومواد عضوية، وماء وهواء. ويعتمد التركيب الكيميائي للتربة على المنطقة المحيطة، كمية المعادن التي بها، ومناخها، وتنقسم التربة بشكل عام إلى ثلاثة أنواع: الطين والرمل والطمي. التربة الطينية حبيباتها دقيقة وثقيلة ومتماسكة، أما التربة الرملية فلها حبيبات أكبر وقابليتها للتماسك مع بعضها البعض قليلة، ولكنها أكثر عرضة لتعرية الرياح أما تربة الطمي فمكوناتها تقف على قدم المساواة بين الطينية والرملية.

يقسم علماء الچيولوچيا التربة إلى أربع طبقات رئيسة تعرف باسم " آفاق التربة"، وتختلف أعماقها اختلافات كبيرة. التربة السطحية(الأفق أ) يحتوي على المعادن بالإضافة إلى قدر كبير من المادة العضوية مثل جذور النباتات. والأفق المتوسط (ب) ذات مكونات عضوية مهملة. والأفق (ج) هو "الصخر الأم" الذي تكون منه المحتوى المعدني للتربة، وتحته الأفق (د) وهو الطبقة السفلى. وبعض التقسيمات تضم أيضًا أفق علوي (ع)[1] يصف طبقة المخلفات العضوية فوق التربة السطحية.

علم المعادن

هو دراسة بنية الصخور وكيميائها.، وهذه الدراسة تستخدم مناحي علم البلورات، وكيمياء المواد لتقوم بتصنيف الصخور الموجودة تبعًا لمجموعة من المعايير مثل صلابتها، وقوتها وكثافتها ومكوناتها الكيميائية وترتيب ذراتها وجزيئاتها. تعرفت الجمعية الدولية للمعادن- المجلس المنظم لهذا المجال عالميًا- على أكثر من 4000 سلالة مختلفة من المعادن.

علم الطبقات

تشكل طبقات الصخور المترسبة والنارية المتكونة خلال دهور الزمن السحيق سجلاً

---

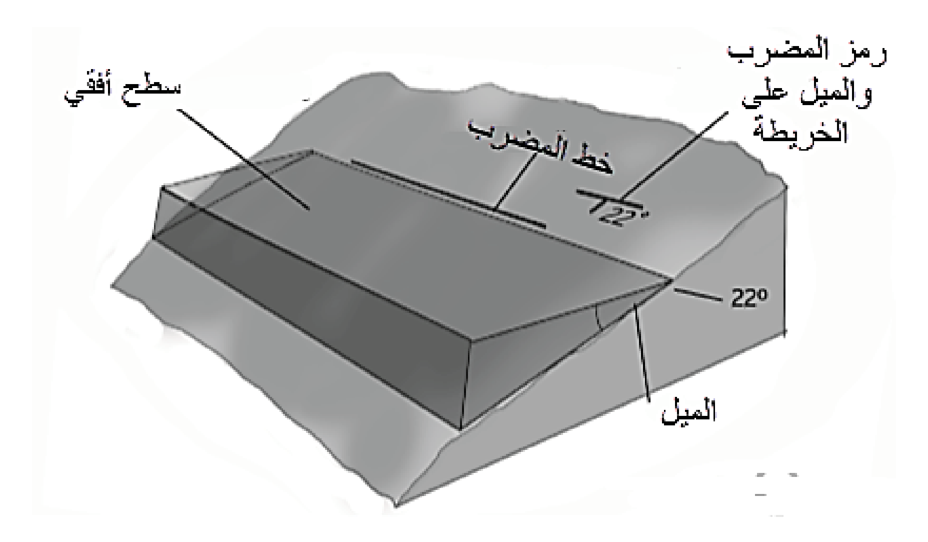
(1) (ع) نسبة إلى عضوية، ويقابلها في الإنجليزية (O) نسبة إلى (Organic)

للتاريخ الچيولوچي للأرض يكشف كل شيء من مناخ كوكبنا في الماضي وحتى الكائنات التي سبقت لها الحياة على سطح الأرض، فباستطاعة علماء الچيولوچيا فحص سجل طبقات الأرض في المواقع حول العالم التي أدت تحركات اليابسة فيها إلى كشف مساحة عرضية من الصخور المتراكمة- على سبيل المثال مقدمة جرف.

يكشف تحليل طبقات الصخور المختلفة عن المعادن الموجودة، وعما إذا كانت رواسبها تكونت في الماء أم الهواء، وعن المكونات الكيميائية للغلاف الجوي في هذا الوقت، وعن شكل تراص المجال المغناطيسي، وعن سلالات النبات والحيوانات التي سكنت عالمنا- ويتم الكشف عن ذلك من خلال استكشاف الحفريات، ويستطيع العلماء تحديد تواريخ الطبقات المختلفة وما يجدوه داخل هذه الطبقات عن طريق قياس وفرة العناصر المشعة المختلفة والتي تتحلل مع الوقت- تأريخ الكربون هو أحد أمثلة التحليل المسمى "تحليل النظائر". ويظهر في السجل الطبقي أيضًا اضطرابات تطور الحياة وانقطاعاته- على هيئة انخفاضات في أعداد الحفريات الموافقة لترسيبات الرماد المطابقة للانفجارات البركانية الرئيسة أو حتى ترسيبات عناصر غير أرضية (مثل الإيريديوم) والتي تشير إلى التأثير الكوني الكارثي.

الخرائط الجيولوجية

تمامًا كما يقوم المساحون برسم خرائط مجسمة (relief maps) تبين تضاريس الأرض يقوم علماء الچيولوچيا كذلك بإنشاء خرائط توضح معدل المعادن التي فيها الأراضي اليابسة للكوكب، وتستخدم خطوط الكانتور مجددًا لكن بدلًا من استخدامها في الإشارة إلى تشكل سطح الكوكب تستخدم هذه المرة في توضيح الاختلافات في المحتوى المعدني لطبقات الطبقية الچيولوچية بالإضافة إلى توضيح سمك الطبقات، ويمكن أيضا بيان ميل طبقات الصخور المختلفة باستخدام شيء متفق عليه في رسم الخرائط ألا وهو "المضرب والميل". ويحدد الخط المستقيم على الخريطة الأماكن التي يتقاطع فيها مستوى طبقة الصخر مع المستوى الأفقي، أما الخط المستقيم الذي يصنع زاوية قائمة مع الخط الأول يشير إلى الاتجاه المائل إلى أسفل، والرقم يعطي الميل على الأفقي مقاسًا بالدرجات.



الحفريات

يمكن لبقايا الكائنات الحية التي تُحتجز خلال تكون الصخور الرسوبية القديمة أن يتم تحنيطها بتفاصيلها الدقيقة غالبًا على هيئة حفريات. وفي أغلب الحفريات تتحول أجسام الكائنات إلى أحجار وذلك بعدة طرق تسمى إحداها باسم "التعدن" والذي فيه تتدفق المياه الغنية بالمعادن داخل تجاويف الكائن الحي وخباياه وترسب معادنها تدريجيًا لتحول المادة العضوية إلى صخر، وبدلًا من ذلك قد تتحلل تاركة بصمة دقيقة لجسمها، وأحيانًا تتمكن المياه الغنية بالمعادن المتدفقة خلال هذه البصمات من تكوين حشوات من الكائن الحي.

من أقدم الحفريات التي تمت استعادتها تشكلات الصخور الرسوبية المغطاة بالميكروبات والتي تعرف باسم"أشباه الأنسجة" والتي تنمو في مياه المحيط الضحلة، ويرجع أقدم حفرياتها إلى أكثر من 2.7 مليار سنة مضت- ترجع إلى الدهر الأركي. وليست كل أالحفريات بالضرورة مكونة من صخور ؛ فأجسام الحيوانات الضخمة مثل الماموث المتجمدة في جليد المنطقة القطبية الشمالية، والحشرات المحفوظة في العنبر القديم (وهو نفسه شجرة حفرية من الراتنج) تصنف على أنها أنواع من الحفريات.

علم المناخ

تلوث الهواء

من المشاكل المتزايدة في العصر الصناعي إطلاق المواد الضارة للبيئة إلى الغلاف الجوي. قد تكون ملوثات الهواء كيميائية (مثل غازات الكلوروفلوركربونات التي تسببت في إتلاف طبقى الأوزون)، وقد تكون حيوية (مثل غاز الميثان الذي ينتج من تحلل الفضلات العضوية، والصرف الصحي)، وقد تكون جسيمية (مثل البقع الضئيلة من المواد التي يعتقد أنها سبب الإعتام العالمي). ربما يكون أسوأ مصدر من مصادر تلوث الهواء هو إحتراق الوقود الحفري مثل الفحم والبترول الذي ينتج عنه غاز ثاني أكيد الكربون المساهم في الاحتباس الحراري، وينتج عنه مواد جسيمية تزيد من الإعتام العالمي، وينتج عنه أكاسيد النيتروچين التي تدمر طبقة الأوزون وتسبب ضبابًا كيميائيًا، وينتج عنه كذلك مركبات الكبريت التي تسبب أمطارًا حمضية. هناك أنواع شتى أخرى من تلوث الهواء منها: المبيدات الزراعية، والانفجارات البركانية، وأبخرة المذيبات.

المطر الحمضي

تعرف الأمطار التي تقل عن الأس الهيدروچيني المعتاد للأمطار - حوالي 5.6- باسم الأمطار الحامضية، وهي نتيجة للمركبات الملوثة للهواء مثل ثاني أكسيد الكربون، والكبريت، وأكاسيد النيتروچين التي تتفاعل مع بخار الماء في الغلاف الجوي مما يؤدي إلى زيادة حمضية الماء. وهذا النوع من التلوث يحدث أما بفعل الإنسان أو بفعل الانفجارات البركانية. تتسبب الأمطار الحمضية في تعرية المباني، وإعاقة نمو الأشجار والنباتات الأخرى، وتسميم البحيرات- مما يؤدي إلى نفوق الأسماك الذي يؤثر بدوره على الطيور المائية والكائنات الأخرى التي تعلوها في سلسلة الغذاء. وبفضل الإجراءات مثل: إضافة المحولات الحفازة إلى السيارات لتقليل انبعاثات أكاسيد النيتروچين، ووضع القيود على الصناعة أصبح التحكم في المطر الحمضي حاليًا على ما يبدو أحد نجاحات علم المناخ.

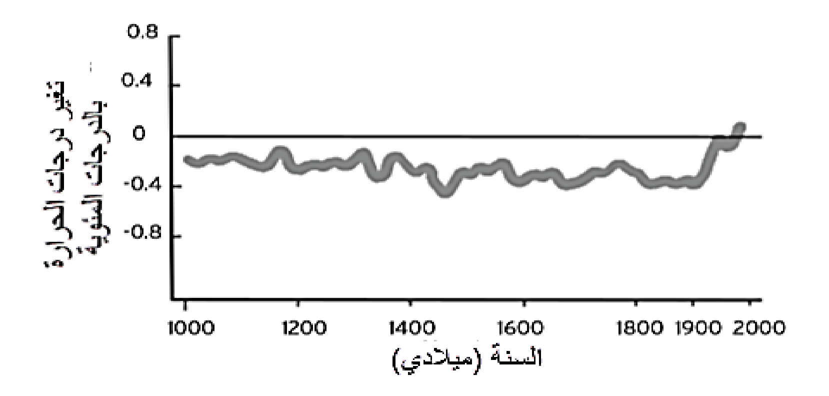
تأثير الصوبات الزراعية

تتمركز المخاوف الحالية من تغير المناخ حول تأثير الصوبات الزراعية- الذي يسبب الاحتباس الحراري الذي يجعل كوكبنا أكثر دفئًا عامًا بعد عام، وهو يحدث بسبب وجود غازات في الغلاف الجوي تحتجز جزءًا من الإشعاعات الحرارية تحت الحمراء وتمنعها من الإشعاع خارج سطح الأرض لتبريد الكوكب. إذا وصل الإشعاع من الشمس ببساطة بالأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء لما ظهرت مشكلة- لأنها سوف تمنع من الدخول إلى الغلاف الجوي بنفس مقدار منعها من الخروج منه، لكن ضوء الشمس له مدى من الأطوال الموجية يمر بعضها مباشرة من خلال الغلاف الجوي وتمتصه الأرض مباشرة مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها ويؤدي ذلك بدوره إلى انبعاث الإشعاع مجددًا على شكل أشعة تحت حمراء إضافية والتي تحتبس وتزيد من درجة حرارة الكوكب. غاز ثاني أكسيد الكربون هو الغاز من صنع الإنسان الرئيسي الحابس للحرارة وتنتج منه أحجام كبيرة يوميًا نتيجة إحتراق الوقودي الحفري مثل الفحم والبترول.

التغير المناخي

تشير تقديرات 2009 التي قام بها علماء في معهد التكنولوچيا بماساتشوستس إلى أن ما بين الوقت الحالي وعام 2095 سوف يرتفع متوسط درجات الحرارة عالميًا بما يزيد عن 5 درجات مئوية (9 فهرنهيت)- نتيجة تأثير الصوبات الزراعية الذي تدفع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) التي يسببها البشر. وإذا أتيح لتلك الاحتباسات الحرارية المأساوية الحدوث فسوف تؤدي إلى ارتفاع كارثي في مستوى سطح البحر، والجفاف، والمجاعات، وسوف تتسبب في تكرار حدوث العواصف الشديدة والأعاصير. التأثيرات السابقة مضافًا إليها ارتفاع الحرارة المسبب لها تعرف مجتمعة باسم التغير المناخي.

يتلخص الدليل على التغير المناخي في الرسم البياني المسمى " عصا الهوكي"- وهو رسم بياني يوضح كيف تغيرت درجات حرارة العالم خلال مئات وآلاف السنين الماضية، وقد رُسِم من مصادر متعددة، وهناك ارتفاع ملحوظ عند بداية العصر الصناعي- عندما بدأت أولى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الظهور.



ارتفاع مستوى سطح البحر

من المتوقع أن يكون ارتفاع مستوى سطح البحر واحدًا من أكثر الآثار المدمرة لتغير المناخ، وتشير الحسابات الأخيرة أن مقدار الارتفاع الأرجح هو الارتفاع ما بين 1 متر و2 متر (3 إلى 7 قدم) بحلول نهاية هذا القرن، ومن شأن ارتفاع متر واحد أن يكفي لإغراق أراض يقطنها 45 مليون فرد، وأن يؤثر على وجود المزيد من المليارات بسبب التلوث الذي تسببه مياه البحر للأراضي الزراعية ومصادر المياه العذبة. يحدث ارتفاع مستوى سطح البحر أساسًا نتيجة ذوبان الجليد القطبي نتيجة ارتفاع درجات الحرارة عالميًا؛ أما التمدد الحراري للماء نفسه فيلعب دورًا أقل. وهناك ما يكفي من الجليد في العالم لرفع مستوى سطح البحر بمقدار 70 متر (77 ياردة)- إلا أن مستويات ارتفاع درجات الحرارة المتنبأ بها حاليًا على الأرجح لن تتمكن من إذابته جميعًا. ليس العالم النامي فقط هو الذي يعاني من خطر ارتفاع مستويات سطح البحر- فالفيضان يهدد أيضًا مدن عظمى في الغرب بما فيها لندن ونيويورك. وقد تحدث أزمة لاجئين بسبب تدافع النجاة المشردين نحو أراض أعلى بل من المتوقع أن الأمم قد تدخل في حروب للحصول على الطعام والمأوى.

الإعتام العالمي

في حين أن معظم العالم يشعر بالحنق تجاه ازدياد درجة حرارة الكوكب من خلال تأثير الاحتباس الحراري الذي يسببه تأثير الصوبات الزراعية يشعر فريقٌ آخر من العلماء بالقلق حيال شيء يبدو وكأنه العكس تمامًا ألا وهو الإعتام العالمي. بينما يتعامل الاحتباس

الحراري مع تأثيرات التلوث على هيئة غازات الصوبات الزراعية التي تحتجز الإشعاعات تحت الحمراء وتزيد من درجة حرارة الكوكب يهتم الإعتام العالمي بالجسيمات الصلبة- مثل الرماد والسناج- التي تقلل من كمية الإشعاعات التي تصل إلى سطح الكوكب.

قد يبدو الإعتام العالمي حلًا للاحتباس الحراري لكنه يأتي بمجموعة كبيرة من المشاكل للكوكب، فعلماء المناخ يعتقدون أن للإعتام العالمي تأثير مبرد على نصف الكرة الأرضية الشمالي- يقلل من درجات حرارة اليابسة والمحيط وبالتالي يقلل من هطول الأمطار، ويقول الخبراء أن لهذا تأثيرًا كبيرًا على أفريقيا، فهو يساهم في الجفاف الذي اجتاح القارة أثناء فترة الثمانينيات.

العصور الجليدية

تمر الأرض بشكل متقطع بعصور تقل فيها درجات الحرارة كثيرًا مسببة انغماس العالم فيما يسمى "عصر جليدي" والذي خلاله يتجمد معظم السطح. هناك أربعة عصور جليدية خلال تاريخ الأرض الجيولوجي، وقد حدثت في الفترات: 2.4-2.1 مليار سنة مضت، و850-630 مليون سنة مضت، 460-430 مليون سنة مضت، و2.53 مليون وحتى 10000 سنة مضت، وكان أقسى تلك الفترات هي الفترة الثانية التي امتدت خلالها صفائح الجليد من القطبين وقد تكون تلاقت بالفعل عند خط الاستواء- سيناريو بارد يسمى "الأرض كرة ثلجية". وغالبًا ما يتخلل العصور الجليدية فترات دفء وجيزة تعرف باسم "الفترات بين الجليدية"، وليس واضحًا لدينا وضوحًا كاملًا ما إذا كان أحدث العصور الجليدية قد انقضى بالفعل أم أننا فقط نتمتع بفترة بين جليدية معتدلة نسبيًا. وتأتي أدلة العصور الجليدية من خلال السجل الحفري لنباتات الأرض ومناخها المحفوظين في طبقية طبقات الصخور القديمة ومن خلال العلامات التي خلفتها الأنهار الجليدية المارة عبر الأراضي القديمة. وهناك عوامل بيئية عديدة يمكن أن تتسبب في حدوث عصور جليدية أو إنهائها أو استمرارها ومنها دورات ميلانكوفيتش.

دورة ميلانكوفيتش

أحد العوامل الدافعة وراء تطور العصر الجليدي هو ما يسمى دورات ميلانكوفيتش - التذبذب في مدار الأرض والذي يؤثر على كمية ضوء الشمس التي تصل إلى سطح الكوكب. أثناء دوران الأرض حول الشمس يخضع مدارها باستمرار إلى تغيرات دورية طفيفة في الميل والإنحراف وفي الوقت نفسه يختلف ميل الكوكب نفسه (يعرف أيضًا باسم الإنحراف) ومبادرته أيضًا. وبالطريقة نفسها التي تختلف بها درجات الحرارة خلال الفصول تقوم دورة ميلانكوفيتش بتحفيز تغيرات في درجات الحرارة على نطاق زمني أوسع كثيرًا يمتد آلاف وملايين السنين.

ربما لا تكون دورات ميلانكوفيتش هي المسئولة عن غمس العالم في عصر جليدي- أو إخراجه منه- لكن يعتقد أنها تلعب دورًا في ظهور وتراجع الفترات البين جليدية. أما العوامل الرئيسة المسئولة عن حدوث العصور الجليدية الشاملة أو زوالها فيعتقد أنها التغيرات الجوهرية في سطوع الشمس، والإعتام العالمي الناجم عن الانفجارات البركانية بل وتخطيط القارات- الذي يمكن أن يمنع تدفع مياه البحر الدافئة من خط الاستواء.

العصر الجليدي الصغير

العصر الجليدي الصغير هو فترة امتدت تقريبًا من القرن السادس عشر وحتى القرن التاسع عشر عندما انخفضت درجات الحرارة بمقدار درجة أو نحو ذلك، وعلى الرغم من أن الغطاء الجليدي العالمي لم يزدد ازديادًا كبيرًا إلا أن هناك تأثيرات ملحوظة- أصبحت فصول الشتاء أطول وأقسى وفصول الزراعة أقصر، مما أثر على الزراعة وسبب حدوث مجاعات، فخلال شتاء 1683-4 عانت بريطانيا من أسوأ موجات الصقيع في التاريخ- وتجمد نهر التايمز بلندن لمدة تزيد عن شهرين، وأخر مرة تجمد فيها نهر التايمز كله كان في عام 1814.

من المعتقد أن العصر الجليدي الصغير قد حدث نتيجة تأثير مزدوج من الشمس التي كانت تعاني من نقص طبيعي طويل الأمد في نشاطها- المعروف باسم الحد الأدنى للبقع الشمسية لفترات طويلة- وفي الوقت نفسه حدث عدد من الانفجارات البركانية الرئيسة

والتي قللت من معدل الضوء الذي يصل إلى سطح الأرض. وهنـاك عـصور وجيـزة مـن الـبرد والـدفئ معًـا اكتشفت من البيانات التاريخية؛ على سبيل المثال، العصر الجليدي الـصغير نفـسه سـبقه الفـترة الوسـطى الدافئة ما بين 800 و1300م وخلالها ارتفعت درجات الحرارة قليلًا.

التغذية المرتدة للمناخ

يمكن أن يكون هناك شك حول حقيقة تغير المناخ أو وحول وجوب اتخاذ إجراءات لمنعه لكـن لا تـزال هناك شكوك حول تنبؤات توابعه المـستقبلية، فعـلى سـبيل المثـال، الـدور الـذي يؤديـه بخـار المـاء في السحب لا يزال بالكاد مفهومًا، فبخار الماء في حد ذاتـه مـن غـازات الـصوبات الزراعيـة لكـن الـسحب البيضاء تساعد على تلطيف جو الكوكب عن طريق عكس الحـرارة إلى الفـضاء، وهـذا هـو أحـد أمثلـة التغذية المرجعية للمناخ- التي ترتد فيهـا نتيجـة تغـير المنـاخ أمـا لتعزيـز أو منـع الاحتبـاس الحـراري. وتسمى التأثيرات التي تمنع تغير المناخ باسم"التغذية المرتدة الـسلبية" بيـنما تلـك التـي تعـززه فتـسمى "التغذية المرتدة الإيجابية"، فذوبان الجليد ظاهرة تغذية مرتدة إيجابية- فهو يعكس أشعة الشمس إلى الفضاء مما يساعد على إبقاء الكوكب رطبًا، وذوبان بعض الجليد يجعل هذه العمليـة أقـل كفـاءة، أي يتسبب في تدفئة الكوكب أكثر مما يؤدي إلى ذوبان جليد أكثر وهكذا. بالنسبة لتأثيرات التغذية المرتدة الأخرى مثل تأثير السحب، يكون الفرق أقل وضوحًا، وإلى أن نتمكن من فهمها لا يمكننـا معرفـة مـدى سوء عواقب تغير المناخ.

نمذجة المناخ

أننا نقيس الآثار المستقبلية لتغير المناخ من خلال بناء نماذج مـن الـنظم البيئيـة لـلأرض داخـل أجهـزة الكمبيـوتر،و هـذا هـو فـن وعلـم نمذجـة المنـاخ. تعمـل الـنماذج مـن خـلال تقـسيم الغـلاف الجـوي والمحيطات وتكتلات اليابسة إلى شبكة ثلاثية الأبعاد من الصناديق، ويقوم الكمبيوتر خلال كل صندوق بتطبيق قوانين الموائع، والحرارة، والكيمياء وفيزياء إشعاع الشمس لحساب الخواص مثل درجة الحرارة، والضغط ومستوى البحر وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء، ثم تـدمج الخـواص المحـسوبة لكـل صندوق بسلاسة مع الصناديق المجاورة لبناء نموذج حي لمناخ الكوكب.

يتم اختبار نماذج المناخ عن طريق تشغيلها في الاتجاه العكسي في محاولة للتنبؤ بـالتغيرات المعروفـة في المناخ التي قد حدثت من قبل خلال بضع مئات السنين الماضية، ومع ذلك فإن التأثيرات مثـل التغذيـة المرتدة للمناخ تجعل من هذه المهمة مهمة صعبة للغاية.

علم المناخ القديم

في حين تتعامل نمذجة المناخ مع استقراء حالة نظام مناخ الأرض في المستقبل يعني علم المنـاخ القـديم بتعقبها في الماضي حيث يستخدم العلماء سمك حلقات الأشجار القديمة التي تكشف عن مـدة مواسـم النمو الماضية، ومحتوى طبقات الصخور الرسوبية والتركيب الكيميائي للجليـد القـديم- المـستخرج مـن حفر النوى من عمق سحيق للأنهار الجليدية والصفائح الجليدية عن الغطائين القطبـين، وترجـع أقـدم نواة جليدية (مأخوذة من أنتاركتيكا إلى 800000 سنة.

مكنت هذه الملاحظات العلماء من استنتاج تركيب الغلاف الجوي وحرارته في الماضي بالإضافة إلى تركيز المواد الجزيئية مثل الرماد- الذي يعتبر علامة على الإضطرابات المناخية مثل الانفجارات البركانية.

أسرار الأرض

المفاعل الطبيعي

اذكر المفاعلات النووية، وسيرد إلى خـاطر معظـم النـاس محطـات الكهرباءالنوويـة التـي تولـد الطاقـة لمنازلنا، لكن في منطقة أوكلو في الجابون بأفريقيـا تخـضع مـستودعات اليورانيـوم الخـام الطبيعيـة إلى تفاعلات نووية تلقائية في الأرض لتشكل مفاعلًا نوويًا طبيعيًا. تفاعلات الانـشطار النـووي لا تحـدث في أوكلو حاليًا لكن من المعتقد أنها كانت تحدث منذ 2 مليار سنة مضت. ويعتقد أن قمـة خـرج الطاقـة من الموقع قد يصل إلى 100000 وات، وقد تنبه العلماء إلى وجود المفاعل النووي عندما لاحظ المنقبـون عن اليورانيوم أن بعض اليورانيوم في أوكلو قد تحول إلى نظـائر أخـرى- وهـي عمليـة ممكنـة فقـط في التفاعلات الكيميائية.

مــن المعتقــد أن تفــاعلات الانــشطار في أوكلــو كانــت ممكنــة عــن طريــق الميــاه الجوفيــة التــي

تدفقت خلال مستودعات اليورانيوم، وتتطلب تفاعلات الانشطار المتسلسلة أن تقل سرعة النيوترونات حتى يمكن لنواة يورانيوم أخرى امتصاصها ويبدو أن الماء قد خدم هذا الغرض.

السراب

أيام القدماء، كان الحكي الشعبي مليئًا بحكايات عن أضواء شبحية تؤدي بالمسافرين التعساء إلى المستنقعات الوعرة والترع، أما الآن فالعلماء على علم بأن هذه الأضواء- المعروفة باسم السراب (will o' the wisp) (من الكلمة "wisp" التي تعني الشعلة المضيئة (burning torch)) تظهر بسبب الغازات التي تطلقها المادة العضوية المتحللة المنبعثة من الأرض في مناطق الأرض الرطبة.

تنتج كميات قليلة من غاز الفوسفين من المستنقعات التي تخضع لعملية إحتراق تلقائي عند اتصالها بالهواء، وبمجرد حدوث الاشتعال يشعل هذا الغاز غاز الميثان الأكثر غزارة القابل للاشتعال الناتج من المستنقعات أيضًا. وفي التجارب المعملية يتم توضيح إضافة غازات مستنقع أخرى لتقلل من حرارة الإحتراق بشكل كبير بحيث تصبح منخفضة لدرجة لا تمكنها من إشعال أي وقود مجاور آخر- وهي إحدى خواص السراب المثيرة للفضول التي استعصت على التفسير لسنوات.

ضوء الزلازل

أضواء الزلازل مثلها مثل السراب هي مصادر ضوء متوهج ترى وكأنها معلقة في الهواء لكن سبب حدوثها يبدو إلى حد ما مستقل- كما يوحي الاسم، فهي تثار عن طريق النشاط التكتوني. وتظهر هذه الأضواء باللون الأبيض والأحمر والأزرق وتضيء أماكن الصدوع- حيث تلتقي الصفائح التكتونية- وتأخذ سلسلة من الأشكال المختلفة من الكرات الدائرية وحتى الصفائح والأشعة التي تضيء مساحات كبيرة من السماء. وقد أشار بعض الباحثين أن هذا الضوء قد يكون إشعاعات كهرومغناطيسية ينتجها ما يسمى بالكهرباء الانضغاطية، والتي فيها تنتج بعض المعادن- مثل الكوارتز- تيارًا كهربيًا عندما

تتعرض للضغط، وهو نفس المبدأ الذي يقوم عليه شرارة ولاعات موقد الغاز.

في عام 2007 طرح فريق ناسا نظرية تقول أن الشحنات الكهربية المتكونة على سطح الأرض بفعل الضغط الواقع على الصخور خلال النشاط التكتوني يمكنه أن يصنع أضواءً وأشكالًا أخرى من الإشعاعات خلال التداخل مع طبقة الأيونوسفير للأرض. وهذه النظرية لم تثبت بعد لكن إذا كانت صحيحة فإن الإشارات الكهربية المصاحبة للضوء يمكن أن تعمل كنظام تحذير يشير إلى وقت ومكان حدوث زلزال وشيك.

ضوء الأرض



ضوء الأرض هو وهج الشمس المنعكس من الأرض لإضاءة السطح المظلم من المحاق أو الهلال الرقيق. عندما تكون مواضع الأرض والشمس والقمر متعامدة على بعضها البعض ينعكس ضوء الشمس الساقط على الأرض على الجانب المظلم من القمر- الجزء المعاكس للشمس، ومنه ينعكس على الكوكب مرة أخرى حيث يمكن لعلماء الفلك الذين يتمتعوا ببصر حاد أن يشاهدوه. ويستخدم العلماء شدة السطوع المقاسة لضوء الأرض في حساب النسبة الكلية للضوء الساقط على الأرض الذي ينعكس إلى الفضاء مجددًا- والمعروف باسم "الوضاءة" وهو أحد العوامل المهمة في نمذجة المناخ.

أنظمة الكواكب-الأقمار الأخرى تتعرض لظاهرة مناظرة لظاهرة ضوء الأرض، وقد تمكن المسبار الفضائي "كاسيني" من التقاط صورة لقمر كوكب زحل وهو مضاء بالضوء المنعكس من كوكبه الأم تمامًا.

السحب البراقة

السحب هي عادة لعنة علماء الفلك، فهي تحجب الأجسام الموجودة في السماء، لكن هناك

نوعًا واحدا من السحب يظهر ليلًا في منظر خلاب خاص به، ويسمى هذا النوع باسم "السحب البراقة"، وهي تتشكل بواسطة بلورات الجليد الموجودة في طبقة "الميزوسفير" على ارتفاع حوالي 80 كيلومتر (50 ميل). لمدة وجيزة مباشرة بعد غروب الشمس تسقط السحب الموجودة عند ارتفاعات منخفضة إلى ظل الأرض تاركة الأجزاء التحتية للسحب البراقة الموجودة على ارتفاعات عالية مضاءة إضاءة جميلة تضيء السماء بضوء لؤلؤي أزرق رائع.

ترى السحب البراقة عادة عند دوائر عرض ما بين +/- 50 درجة و+/-65 درجة في أشهر الصيف غالبًا- بين شهري مايو وأغسطس في نصف الكرة الشمالي، وبين شهري نوفمبر وفبراير في نصف الكرة الجنوبي. وقد أصبحت السحب البراقة في السنوات الأخيرة مشهدًا شائع الظهور مما حدا ببعض العلماء إلى التساؤل عما إذا كان تكونها ناتجًا عن عمليات مصحوبة بتغير المناخ.

عفاريت البرق

تحدث صواعق البرق العادية نتيجة التدفق المفاجئ للشحنات الكهربية بين السحب الرعدية والأرض، لكن ظاهرة البرق تحدث أيضًا فوق السحب- وتعرف باسم ظاهرة عفاريت البرق والتي تسبب قوسًا كهربيًا بين قمم السحب، وطبقة الأيونوسفير المشحونة كهربيًا في أعالي السماء. وتظهر هذه العفاريت على هيئة هالة حمراء متوهجة لها فروع متدلية من الضوء، ومثلها كمثل البرق العادي في كونها ظاهرة عابرة تستمر فقط لمدة كسور من الثانية، ولم يتم تأكيد وجودها سوى عام 1994 عندما صورتها طائرة على ارتفاع عال

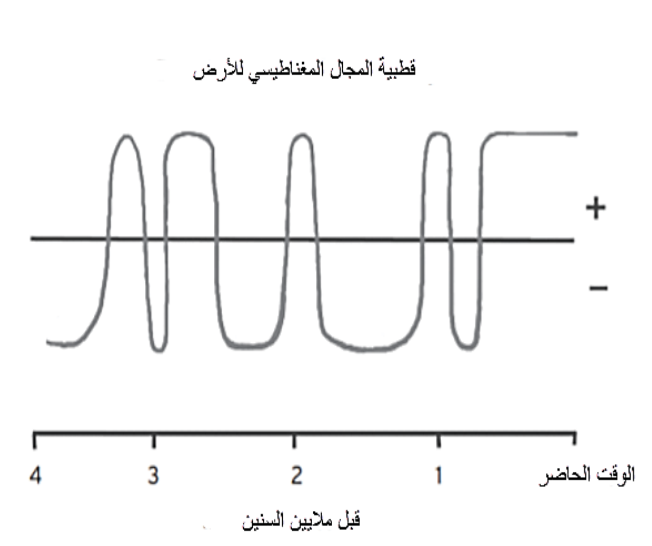
عفاريت البرق ليست ظاهرة البرق الوحيدة الموجودة عند هذا الارتفاع؛ فهناك مجموعة أحرى تعرف باسم "النفاثات الزرقاء" والتي ترتفع من قمم السحب حتى ارتفاعات تصل إلى حوالي 50 كم (30 ميل)، ويستمر كل نفاث لمدة حوالي ثانية واحدة مما يجعله مرئيًا بوضوح للعين المجردة أثناء صعوده أعلى السحب.

كرة البرق

لا زال السبب وراء كرة البرق محلًا للجدل بين العلماء، فهي تظهر أثناء العواصف الرعدية على هيئة كرة ذات أصوات عند التحرك من الطاقة الكهرومغناطيسية- تتراوح ما بين نصف متر إلى عدة أمتار- تتحرك ببطء وثبات قبل أن تتبدد. تم التشكيك ذات مرة في وجود كرة البرق لكن مشاهدات العديد من الشهود وتسجيلات الإضطرابات الكهرومغناطيسة التي سجلت باستخدام أجهزة علمية حدت بالعلماء إلى البحث بشكل جدي عن تفسير لها.

تنسب النظريات الحالية هذه الظاهرة بطرق مختلفة إلى سحب أبخرة السليكون المتوهجة، وإلى البطاريات الضئيلة التي تكونت طبيعيًا أثناء شحن الجسيمات التي في حجم النانو أثناء العاصفة بل وإلى فعل الثقوب السوداء الصغيرة المتجولة في الفضاء إلا أن في الوقت الحالي ليست هناك أدلة دامغة تذكر تؤيد أيًا من هذه النظريات.

إنعكاس المجال المغناطيسي



من حين إلى أخر يغير المجال المغناطيسي الأرضي قطبيته لسبب غير مفهوم- القطبان المغنطيسيان الشمالي والجنوبي يغيران مكانيهما حرفيًا. وهذه الظاهرة لا تحدث بين عشية وضحاها بل على فترات زمنية من عشرات الآلاف من السنين، ويعرف العلماء ذلك من خلال فحص القطبية المغناطيسية للصخور النارية القديمة، فأثناء تصلب الصهارة المنصهرة ترتب ذراتها وجزيئاتها محاورها المغناطيسية مع المجال المغناطيسي السائد الذي يحمل بصمة المجال المغناطيسي الأرضي في ذلك الوقت

سبب هذا الإنعكاس مجهول إلا أن هناك نظرية تستند على نظرية الفوضى في تيارات المعدن المنصهر في لب الأرض- حيث ينشأ المجال. وهناك قلق حول احتمالية أن يُضعف إنعكاس المجال المغناطيسي شدة المجال المغناطيسي الأرضي مما يؤدي بدوره إلى نقص مصاحب لذلك في الحماية التي يوفرها من الأشعة الكونية الضارة لكن يبدو أن الحياة على الأرض قد نجت من العديد من إنعكاسات كهذه في الماضي. يعتقد العلماء أيضًا أن الإنعكاس التالي سيبدأ في خلال بضع آلاف سنة قادمة.

فرضية جايا

جايا هو الاسم الذي أطلق على الإلهة اليونانية للأرض، وفرضية جايا هي النظرية التي طرحها عالم البيئة البريطاني البارز (جمس لافلوك) والتي تقول أن كوكب الأرض: بيئةً وعناصر حية وغير حية يتصرف مع بعضه البعض ككائن حي واحد عملاق.

مفتاح فرضية جايا هو فكرة لافلوك التي تقول أن الظروف على كوكب الأرض تنظم نفسها لتعزيز تطور الحياة، على سبيل المثال: تمامًا مثلما ينظم الحيوان الحي درجة حرارتi من خلال التعرق كذلك بقيت درجة الحرارة تقريبًا ثابتة خلال فترة حياتها على الرغم من ازدياد سطوع الشمس بنسبة 25%. وعلى الرغم من تنامي تأييد دعاة حماية البيئة لهذه النظرية إلا أن كثيرًا من العلماء ما زالوا يعتبرونها مثيرة للجدل. وقد حذر لافلوك في كتابه " انتقام جايا" (the revenge of Gaia) عام 2006 من أن تغير المناخ قد ينظم نفسه بنفسه أيضًا في النهاية - عن طريق تدمير الحضارة الإنسانية التي سببته.

الفضاء

من علم فلك الهواة المألوف وحتى سبر أغوار الكون نفسه، نجد أن الفضاء حتمًا هو العلم المنفرد الأكثر إثارة، وإرباكًا للعقل.

بدأت الدراسة العلمية الجادة للكون عام 1609 عندما اخترع العالم الإيطالي ذو جوانب الثقافة المتعددة جاليليو جاليلي التلسكوب الفضائي، وهو جهاز لا تقل الثورة التي أحدثها في علم الفضاء عن الثورة التي أحدثها المجهر في علم الأحياء؛ حيث إنه فتح نافذة على السماوات استطاع من خلالها العلماء بدقة قياس حركة الكواكب البعيدة والأقمار، ومن ثم استنتاج القوانين الفيزيائية التي تحكم دورانها، كما أن فكرة أن الأرض هي مركز النظام الشمسي قد دمرت لتأتي بدلًا منها وجهة نظر مركزية الشمس السائدة الآن.

وبزيادة كفاءة التلسكوبات ووضعها في الفضاء نهائيًا فوق الضباب المعتم لجو الأرض

أصبح العلماء قادرين على توسيع أعينهم المستكشفة إلى أبعد مما كانت، فقد حللوا الضوء المنبعث من النجوم ليحددوا مادة تكوين هذه الأفران السماوية. وكشفت دراسة حركة النجوم عن وجود كواكب في مدارات حول بعض النجوم مثل الكواكب التي تدور حول شمسنا، وفي الوقت ذاته قد يبدأ قياس سطوع المجرات وحركتها في كشف أفعال الكون بشكل أوسع.

وبعد قرون من الملاحظة بدأ البشر الآن يغامرون بالخروج إلى الفضاء لمواجهة ما فيه من عجائب مباشرة. لقد قمنا بزيارة مدار الأرض، والقمر، وفي القريب العاجل سيوجه رواد الفضاء أنظارهم نحو وجهة جديدة ألا وهي كوكب المريخ

سماء الليل

الكوكبات

يملك معظمنا القدرة على ذكر اسم واحدة أو اثنتين من كوكبات النجوم التي تزين السماء ليلًا في أمسية صافية: أوريورن الصياد بحزامه الشهير، أو كوكبة ذات الكرسي الواضحة، أو النمط المتعرج لكوكبة الدب الأكبر والمحراث، أو المغرفة الكبيرة. وقبل ظهور التلسكوبات أو أي طرق تقدم قياسات دقيقة للسماوات صنف علماء الفلك النجوم إلى مجموعات يسهل التعرف عليها وأطلقوا عليها أسماء الأشكال التي اعتقدوا أنها تشبهها- هذه المجموعات هي الكوكبات. لازالت هذه الكوكبات موجودة معنا منذ آلاف السنين؛ حيث أورد فيلسوف القرن الثاني الإغريقي بطليموس ذكر 48 كوكبة من هذه الكوكبات في كتابه "المجسطي". وهناك عدد أقل يرجع إلى تاريخ أقدم من ذلك؛ تحديدًا القرن الثاني عشر ق.م والحضارة السومارية التى كان مقرها العراق حاليًا. وفي الوقت الحالي يبلغ عدد الكوكبات 88 كوكبة بما فيها عدد من الإضافات الحديثة التي أدخلت في الفترة من القرن السادس عشر إلى الثامن عشر ومنها: كوكبة كوكبة الكور(fornax) وتسمى بالإنجليزية (furnace)، وكوكبة أنطاليا ويطلق عليها مفرغة الهواء (the Air Pump).

المجمات

هناك تجميعات غير رسمية للنجوم مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالكوكبات وتعرف باسم المجمات. والمجمة هي تجمع من النجوم التي تكون جزء مشهور من كوكبة أكبر، مثل النجوم الثلاثة في حزام أوريون، والمربع العظيم الذي يسيطر على كوكبة الفرس الأعظم. النجوم التي تتكون منها الكوكبات والمجمات ليست مجمعة معًا إلا في القبة السماوية ثنائية الأبعاد- أما بعدهم عن الأرض في الفضاء ثلاثي الأبعاد فيختلف اختلافًا شاسعًا.

المسافات الكونية

هنا؛ على كوكب الأرض نشعر إلى حد ما بالرضا حيال استخدام وحدات السنتيمتر، والمتر، والكيلومتر، والميل لقياس المسافات، لكن في الفضاء تتضاءل قيمة هذه الوحدات؛

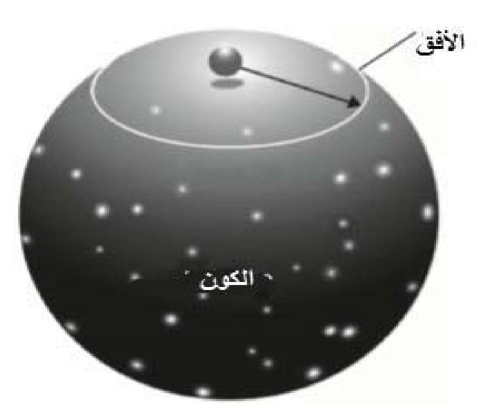
لذا يلجأ علماء الفلك إلى استخدام مجموعة مختلفة من الوحدات. في نطاق النظام الشمسي كان معيار الاختيار هو الوحدة الفلكية (AU) وهي المسافة بين الأرض والشمس، وتساوي 150 مليون كيلـومتر (90 مليون ميل)، وبالتالي نقول أن كوكب الزهرة يدور حول الشمس على بعد 0.7 وحدة فلكيـة، والمـشترى على بعد 5.2 وحدة فلكية، لكن عند تتبع مسافات النجوم نجد أن هـذه الوحـدة لازالـت صـغيرة جـدًا فيستخدم علماء الفلك بدلًا منها وحدة الـسنة الـضوئية، وهـي المـسافة التـي يقطعهـا الـضوء في سـنة وتساوي 10 مليار كيلومتر (6 مليار ميل).

الزمن الرجعي

سهل قياس المسافات الكونية باستخدام وحدة السنة الـضوئية اسـتيعاب مفهـوم فلـكي آخـر ألا وهـو: الزمن الرجعي. يستغرق الضوء المنبعث من أقرب نجم إلى الأرض (بروكسيما سنتوري) 4.2 سـنة ليـصل إلينا، بالتالي فما نراه هو ما كان عليه هذا النجم منذ 4.2 سنة. أبعد الأجرام التـي يمكـن رؤيتهـا بـالعين المجردة هي مجرة (المرأة المسلسلة) وهي تبعد عنا مسافة 3 مليون سنة ضوئية وهذا يعني أننا نراهـا كما كانت تقريبًا في العصر الذي بدأ فيه أول البشر المعاصرين (جـنس الهومـو- سـاپينوس)المـشي عـلى سطح الأرض.

الأفق الكونية

يبلغ عمر كوننا حوالي 13.7 مليار سنة، لكـن- ربمـا على عكس ما يقودنا إليه الحدس - لا يعني ذلـك أن أبعد مـا يمكننـا رؤيتـه يبعـد عنـا مـسافة 13.7 مليار سنة ضوئية كما يمكن أن نتوقع استنادًا على الزمن الرجعي، كان ذلك سيكون صحيحًا لـو كـان الكون مسطحًا، لكن على نطاقات أوسـع نجـد أن



الفضاء منحني- طبقًا لنظريـة النـسبية العامـة لآينـشتاين مـما يـؤدي إلى تـشوه المـسافة ويعنـي ذلـك أن

أبعد الأشياء التي يمكننا رؤيتها تبعد عنا فعليًا 46.5 سنة ضوئية، وهذا يسمى أفقنا الكوني، وهو مناظر- على نحو غير دقيق- لأفق الأرض في أن الكون يمتد إلى ما وراء هذا الأفق- إلا أن هذا هو أبعد ما يمكـن رؤيته من موضعنا الذي نحتله.

الإحداثيات الكونية

تشكل سماء الليل قبة حول الأرض وبالتالي تكون الطريقة الطبيعية لقيـاس المواضـع عـلى هـذه القبـة هي استخدام درجات القوس. الجهات المتقابلة من القبة تبعد عن بعضها البعد 180 درجـة، أمـا الأفـق فيبعد عن نقطة الذروة (النقطة الواقعة في السماء أعلى رأسك مباشرة) 90 درجة.

يستخدم الفلكيون نوعين رئيسيين من أنظمة الإحداثيات الزاوية لرسم موقع النجم: الأول هو الارتفاع- السمت أو (altaz) الذي يتلخص في قياس زاويتين- ارتفاع النجم(الزاوية من صـفر عنـد الأفـق حتـى 90 درجة عند الذروة)، وسمت النجم (الزاويـة حـول الأفـق مـع اعتبـار الـشمال صـفر والـشرق 90 درجـة وهكذا)، والمشكلة في إحداثيات (altaz) أنها لا تأخذ في الاعتبار دوران الأرض- لذلك لابـد مـن تـصحيح هذه الاحداثيات عن طريق توقيت اليوم لتعطي الموقع المطلـق عـلى القبـة الـسماوية، ولهـذا الـسبب يستخدم معظم علماء الفلك بدلًا من ذلك إحداثيات تسمى الإحداثيات الاستوائية: "المطلع المستقيم"، و"الميل"، هما ما يحدد الموضع الزاوي لنجم ما من نقطة ثابتة في السماء- تسمى نقطة الحمل الأولى.

الحجم الزاوي

يمكـن لعلـماء الفلـك اسـتخدام نظـام الإحـداثيات الكونيـة الراسـخ المـستخدم في رسـم خريطـة القبـة السماوية في استنتاج الحجم الزاوي للأجرام الـسماوية، أو المـسافة الزاويـة بيـنهم. عـلى سـبيل المثـال: الحجم الزاوي لكل من القمر والشمس تقريبًا نصف درجة، بينما تمتد المغرفة الكـبرى في كوكبـة الـدب الأكبر حوالي 26 درجة. ويمكن باسـتخدام تليـسكوب مـزود بحامـل متـدرج قـراءة الاحـداثيات الزاويـة بسهولة وحساب المسافة بين النقاط.

لكن الأمر بالنـسبة لمـن لم يعـاصروا التليـسكوب لم يكـن بهـذه البـساطة، فقـد كـان الفلكيـون الـذين استخدموا العين المجردة أو المنظار يتبعون قاعدة عامة-- لحساب المسافات السماوية تحديـدًا هـي أن عرض إبهامهم -عند فرد ذراعهم- يمتد حـوالي درجتـين، وبالمثـل يغطـي الإصبع الأصـغر حـوالي درجـة واحدة بينما قبضة اليد كاملة تساوي حوالي 10 درجات.

الإذاعة

إحدى طرق قياس المسافات الكونية تقنية تعرف باسم الإذاعة(اختلاف المنظـر)، ولتـصلك فكـرة هـذه التقنية ضع فنجانًا من القهوة على منضدة أمامك، واجث على ركبتيـك بحيـث تنظـر إلى الفنجـان مـن مستوى يكون فيه خط عينيك موازيًا للمنضدة فإذا حركـت رأسـك مـن ناحيـة إلى أخـرى سـيظهر لـك الفنجان وكأنه يتحرك بالنـسبة للأشـياء الموجـود في الخلفيـة وتقـل كميـة هـذه الحركـة كلـما أبعـدت الفنجان مسافة أكبر، ثم قس هـذه الحركـة وبـذلك يمكنـك أن تحـدد بعـد الفنجـان وهـذا مـا يـسمى بالإذاعة. ويمكن استخدام التقنية نفسها في حساب البعد عن نجم ما إلا أن الفلكيين يقيـسون الإزاحـة الظاهرية لموضع النجم عندما تكون الأرض في جهتين مختلفتـين مـن مـدارها حـول الـشمس بـدلًا مـن تحريك رؤوسهم من ناحية إلى أخرى.

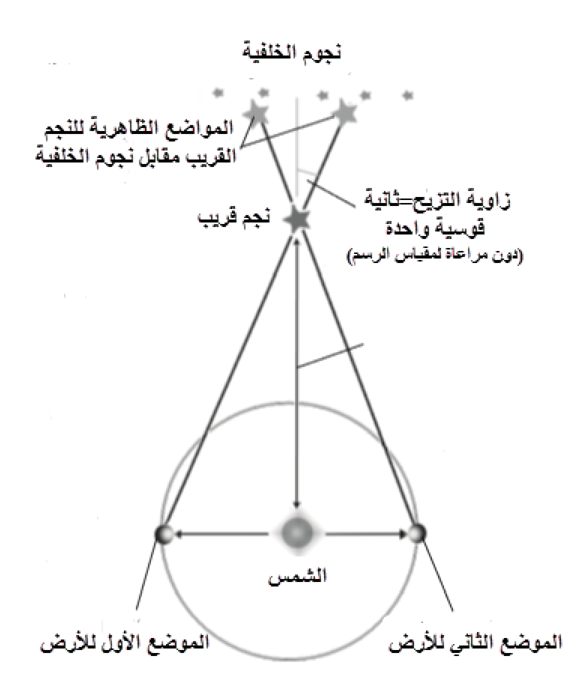
يستخدم الإذاعة النجمي لتعريف وحدة قياس طبيعية للمسافة الفلكية وهي: الفرسخ النجمـي حيـث يظهر أن النجم الذي يقع على بعد فرسخ نجمي واحد يغير موضعه بمقدار ثانية قوسية واحدة (تساوي 3600/1 من الدرجة الزاوية) أثناء تحرك الأرض مقدار وحدة فلكية واحدة، ويساوي الفرسخ النجمي 3.26 سنة ضوئية.

المقدار

يقاس سطوع النجوم والأجرام الفلكية الأخرى بما يـسمى مقيـاس المقـدار، والمقـدار هـو رقم قد يكون موجبًا أو سالبًا؛ وكلما كان المقدار أقل ظهر الجرم في السماء أكـثر سـطوعًا، فعلى سبيل المثال: مقدار القمر بـدرًا يـساوي -12.6، ومقـدار كوكـب المـشترى في أفـضل

أوقاته حوالي يساوي -2.9. أما مقدار أقل الأجرام المرئية بـالعين المجـردة وضـوحًا يـساوي 6.5، وكوكـب بلوتو النائي له مقدار خافت جدًا يساوي 13.7.

بني هذا النظام بحيث تكون كل نقطة كاملة من المقدار تساوي 2.5 مرة زيادة في السطوع، وهذا ليس جنونًا كما يبدو عليه ففي الوقت الذي وضع فيه مقياس المقدار (في منتصف القرن التاسع عشر) كانت هذه هي طريقة استجابة العـين البـشرية لتغـيرات الـسطوع -كـما كـان معتقـد-، وفي الواقـع يتعامـل الفلكيون مـع نـوعين مـن المقـدار- المقـدار الظاهري والمقدار المطلـق. المقـدار المطلـق لجرم ما هو شدة سطوعه عنـد رؤيتـه مـن بعد 10 فراسخ نجمية؛ أما المقدار الظـاهري من ناحية أخرى فهو السطوع الملاحظ عنـد رؤية الجـرم مـن الأرض(أو أيـنما كـان عـالم الفلـك). أن معرفـة كـلا المقـدارين: المطلـق والظـاهري لـنجم مـا أو مجـرة مـا تقـدم طريقة أخرى لحساب مسافتها الكونية، لأن الأجرام الـسماوية تـصبح أكـثر خفوتـًا كلـما كانت أبعد.



القياسات الفلكية

يطلق على فرع علم الفلك الذي يتعامل مع فهرسة المواضع النجمية اسـم القياسـات الفلكيـة، فقيـاس تغيرات موضع ما مع الزمن يكشف معلومات أساسية عن حركة النجوم ومدارات الكواكب، لكن هناك مجالات أخرى للقياسات الفلكية أيضًا.

من هذه المجالات قياس الضوء الذي يهتم بقياس كمية الضوء المنبعثة مـن جـرم سـماوي مـا، أما التحليل الطيفي فهو أكثر تعقيدًا حيث إنه يتضمن قياس سـطوع الألـوان المكونـة لطيـف قوس قزح للضوء المنبعث من نجم ما كل على حدة. هناك عناصر كيميائيـة معينـة تمـتص أو

تطلق ضوءًا له ألوان ذات سمات مميـزة وبالتـالي فـإن الانحـدارات أو القمـم في درجـة سـطوع هـذه الألوان يكون مؤشرًا أكيدًا على وجودها في النجم.

الفلك

المقراب (التليسكوب)

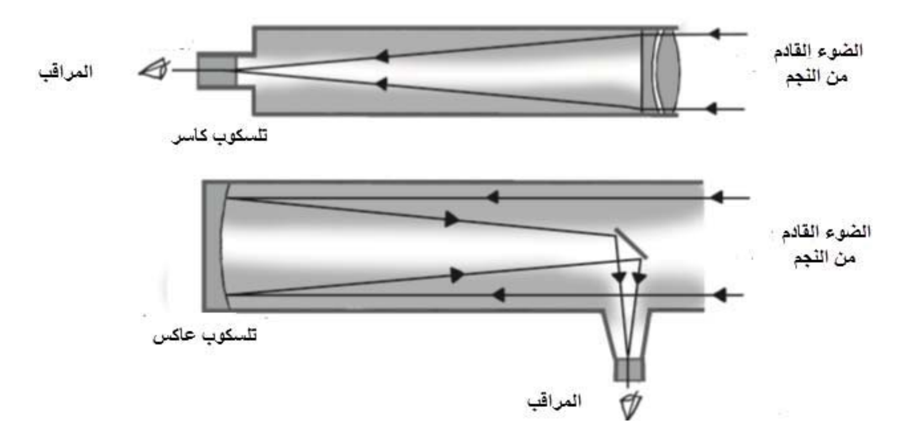
الأداة الرئيسة التي يستخدمها الفلكيون هي التلسكوب البصري، وهـو جهـاز يـستخدم مجموعـة مـن العدسات أوالمرايا،أو كليهما معًا لتركيز الضوء المنبعث من الأجرام السماوية عنـد عـين المراقـب. وأهـم مواصفات التلسكوب هي "فتحة العدسة": قطـر عدسـته أو مرآتـه الأساسـية المجمعـة للـضوء، فكلـما كانت أكبر زادت قدرة التلسكوب على تجميع قدر أكبر من الضوء- مما يتيح للفلكي رؤية الأجـرام الأكـثر خفوتًا. يمكن لتلسكوب المنزل التقليدي ذي فتحة عدسة قطرها 100 مم إظهـار الأجـرام مقـدار 12- وهـذا أفضل كثيرًا مقارنة بقدرة عينك المجردة التي تظهر فقط الأجرام حتى مقدار 6.5، وفي الوقـت نفـسه يمكـن للتلسكوب الذي يستخدم على المستوى الفني والذي تكون فتحـة عدسـته 1 مـتر إظهـار الأجـرام حتـى مقدار 17 وهو يتمتع بحساسية كافية لإظهار المجرات وأشباه النجوم الخافتة.

التصوير

في هذه الآونة يندر أن يضع الفلكيون المحترفون أعينهم فعليًا على التلـسكوب، فقـد أصـبحت أبحـاث الفلك بصفة عامة تجرى باستخدام معدات ملحقة بالتلسكوبات ربما يكون أكثرها شـيوعًا هــي أجهـزة التصوير- الكاميرات. في الماضي كان التصوير الفضائي يتم باستخدام ألواح فوتوغرافيـة، أمـا الآن يـسجل كل من المراقبين الهواة والمحترفين الصورالتي يحـصلون عليهـا تـسجيلًا إلكترونيًـا باسـتخدام أمـا كـاميرا رقمية استهلاكية أو الأداة الفلكية ذات الشحنة - المزدوجة (CCD).

(CCD) هــو اختــصار للجهــاز ذي الــشحنة - المزدوجــة (Charge coupled device) وهــي عبارة عن شبكة من خلايـا حـساسة للـضوء توضـع في مكـان عدسـة التلـسكوب، وعنـدما يوجه التلسكوب إلى نجم مثلًا تنعكس الصورة عـلى شـبكة الجهـاز الفلـكي ذي الـشحنة -

المزدوجة (CCD) بدلًا من أن تسقط على عين الفلكي كما كان في السابق، ويـتم شـحن كـل خليـة عـلى حسب كمية الضوء الساقطة عليها، وبعد ذلك يمكن قراءة هذه الشحنات مـن خـلال جهـاز كمبيـوتر- حيث تتحكم الشحنة على كل خلية في شدة سطوع البكسل في الصورة الناتجة.



التلوث الضوئي

القبة السماوية الملاحظة في جوف الليل من منطقة غير مأهولة منظر تفغـر لـه الأفـواه - كتلـة زاخـرة بالنجوم لا يمكن رؤيتها ببساطة عند النظر في محيط حضري، والسبب في رداءة المنظر عنـد النظـر مـن المدن هو التلوث الضوئي: الطاقة الضوئية الصادرة من مصابيح الشوارع، والمصابيح الأماميـة للـسيارات ومصادر أخرى يكون من الضروري لطاقتها أن تنبعث إلى مكان ما، فينبعث جزء كبير من هذه الطاقـة إلى السماء حيث يشتتها الغلاف الجوي مما يجعـل الـسماء تتـوهج، فببـساطة تختفـي النجـوم الخافتـة والسحب الكونية التي كانت تبدو جميلة عند رؤيتها من الريف، وهذا الاختفاء بـسبب الأضـواء. تقـام معظم المراقبات الفلكية المحترفة بعيدًا عـن المراكـز الآهلـة بالـسكان مـن أجـل التغلـب عـلى التلـوث الضوئي.

الرؤية

لم يُبتل علماء الفلك بمشكلة التلوث الضوئي فقط بل ابتلـوا أيـضًا بمـشكلة أخـرى معروفـة باسم الرؤية الفلكية، وتحدث بسبب الإضطرابات التي تجعل المنظر خلال الغلاف الجـوي

يتحرك ويومض- كما لو كنت تنظر من خلال ضباب الحرارة المتكون فوق النار، فالإضطراب يتـسبب في وميض النجوم. في المرة القادمة التي تخرج فيها في ليلة صافية إلقاء نظرة على السماء ستجد أن النجوم التي في أسفل السماء هي الأكثر وميضًا لأن ضوءها قطع مسافة أكبر خـلال الغـلاف الجـوي المـضطرب للأرض أكثر من تلك النجوم الأعلى.

طورت إحدى الابتكارات في التسعينيات للتغلب على مشكلة الرؤية وهي (البصريات التكيفية). توضع شبكة من مضاعفات الحركة تحت المرآة الرئيسة للتلسكوب العاكس، ويطلـق شـعاع ليـزر إلى الـسماء ويتم قياس الطريقة التي تعرض بها هذا الشعاع للتشوه بسبب اضطراب الغلاف الجوي ثم يتم تزويـد مضاعفات الحركة بها والتي تقوم بدورها بتشويه المرآة بالطريقة المناسبة لتصحيح التشوه الحـادث في صور التلسكوب،

التلسكوبات الفضائية

أحد الحلول- المتهورة إلى حد ما - لمشكلتي التلوث الضوئي، والرؤية هي تجاوز الغـلاف الجـوي لـلأرض تمامًا ووضع التلسكوب في الفضاء. كان عالم الفلك الأمريكي (ليمان سپيتزر) أحد الرواد الـذين بحثـوا في هذه الفكرة بجدية منذ 1946. بدأت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا في البحث حول التلسكوبات الفضائية في الستينيات وكان سپتزر مشتركًا في هذا التطوير، وقد استغرق الأمر حتى عام 1990 ليـصل مـا يعـرف الآن باسم تلسكوب هابل الفضائي إلى مداره.

التليسكوبات الراديوية

الأجرام السماوية لا تشع ضوءًا فقط، فالإشـعاعات القادمـة مـن الـسماء تـشمل فعليًـا جميـع منـاطق الطيف الإشعاعي الكهرومغناطيسي. فقد أدت الموجات الراديوية - الواقعـة في نهايـة الأطـوال الموجيـة الكبيرة- إلى اكتشافات هامة جدًا عن المجرات مثل موت النجوم، أو أصل الكون نفسه.

تتكون التلسكوبات الراديوية الحديثة من طبق عاكس يقوم بتجميع الموجات على مـستقبل راديوي موضوع في نقطة بؤرية. هذا الطبـق ينـاظر المـرآة العاكـسة في التلـسكوب البـصري إلا أن الأطباق الراديوية لابـد أن تكـون أكـبر كثـيرًا مـن نظيراتهـا البـصرية وذلـك لأن طـول

الموجات الراديوية أكبر كثيراً من طول موجة الضوء (تقدر الأطوال الموجية لموجات الراديو بعشرات الأمتار، بينما الضوء أجزاء من المليون من المتر). يمتد أكبر تلسكوب راديوي في العالم- تلسكوب أرِسيبو، في بورتوريكو- 305 متر (1000 قدم)، ما يقرب من ثلث كيلومتر.

قياس التداخل

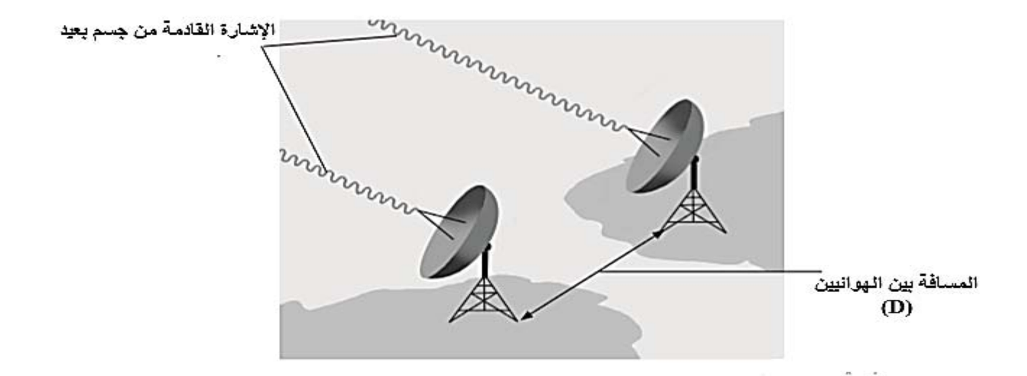
التلسكوبات ذات فتحات العدسة الكبيرة لا تقوم فقط بتجميع ضوء أكثر من إخوانها ذوي الجوف الصغير بل إنه أيضًا كلما زادت فتحة العدسة كانت "دقة" التلسكوب أفضل-أي قدرته على عرض التفاصيل الدقيقة مثل الفوهات الموجودة على سطح القمر، أو الفجوات الموجودة في حلقات زحل. لكن هناك طريقة للتحايل والحصول على صور عالية الدقة دون استخدام تلسكوب كبير وهذه الطريقة هي التقنية المسماة "قياس التداخل"، وتعمل عن طريق تجميع ضوء اثنين من التلسكوبات الصغيرة تفصل بينهما مسافة كبيرة يرمز لها بالرمز (D) للحصول على صور بالدقة التي تتوقع الحصول عليها من تلسكوب واحد فتحة عدسته (D).

اسُتخدم التداخل في بداية الأمر مع الفلك الراديوي، حيث أن الأطوال الموجية الكبيرة تعني الحاجة إلى أطباق راديوية ضخمة من أجل تحقيق دقة عالية، لكن منذ ذلك الحين اختطفت هذه التقنية من أجل التلسكوبات الضوئية أيضًا- وأبرزها التليسكوب الأوربي الجنوبي الكبير جدًا (european southern observatory's very large telescope) بتشيلي.

علم فلك الأشعة تحت الحمراء

أطلقت وكالة ناسا عام 2003 التلسكوب الفضائي سبتزر-نسبة إلى عالم الفلك الأمريكي ليما سبتزر. بينما حقق تلسكوب هابل الفضائي استفادة من وضوح المنظر المذهل أظهر تلسكوب سبتزر واحدة من أعظم مميزات المراصد الفضائية، فالغلاف الجوي المحيط بالأرض يتميز بأنه غير شفاف لبعض الأطوال الموجية للإشعاع الكهرومغناطيسي: بشكل

خاص،يتم امتصاص جزء كبير من طيف الأشعة تحت الحمراء قبل أن تصل إلى سطح الأرض، وبالتـالي لا يمكن رؤيتها إلا من الفضاء، وهذا هو ما يفعله تلسكوب سبتزر. الأطياف الأخرى التـي لا تـرى إلا مـن الفضاء تشمل: الأشعة السينية، وأشعة جاما، ومعظم الطيف فوق البنفسجي، وهناك أيضًا تلـسكوبات فضائية يمكنها رصد ذلك.



الأشعة الكونية

ليست كل الإشعاعات التي تأتي من الفضاء إشعاعات كهرومغناطيسية بطبيعتها، فالجسيمات المعروفـة بالأشعة الكونية- ربما على عكس ما هو متوقع - والتي تتكون أساسًا من من بروتونات وآيونات قامـت الموجات الانفجارية للنجوم، والمجرات النشطة وحتى شمسنا بتسريعها تضرب الغلاف الجـوي العلـوي للأرض. وتحتوي هذه الإشعاعات الكونية على طاقة هائلـة-يمكـن لجـسيم الإشـعاع الكـوني الواحـد أن يضرب الغلاف الجوي بنفس طاقة ضربة كرة التنس.

على الرغم من أن جسيم الشعاع الرئيـسي نفـسه لا يـصل إلى سـطح الأرض إلا أن تفاعلـه مـع الغـلاف الجوي يولد سلسلة من الشظايا-مليارات من الجسيمات الثانويـة التـي تنهمـر إلى الأسـفل. ويمكـن لمـا يسمى ب"مراصد الوابل الهوائي" وهي شبكات من متتبعـات الجـسيمات تغطـي مـساحات كبـيرة مـن الأرض، ويمكنها تحديد سلسلة الـشظايا وإخبـار العلـماء بطاقـة الـشعاع الكـوني والمـسار الـذي سـبب الشظايا

التلسكوبات الكبيرة للغاية

أكبر تلسكوبات بصرية على سطح الأرض هذه الأيام هي عبارة عـن أجهـزة عاكسة عملاقـة لهـا مرايـا رئيسة قطرها حوالي 10 أمتار، لكن هناك جيل جديد من التلسكوبات في مرحلة التخطيط من شأنها أن تجعل هذه التلسكوبات العملاقة تبدو كالأقزام، ولم يطلق على هذا الجيـل اسـم التلـسكوبات الكبـيرة للغاية من باب المزاح بل لأن أقطار مراياها الرئيسة ستكون مساوية لــ 40 مـتر أو أكـثر، وهـذه المرايـا مقسمة ومكونة من مئات الأشكال الـسداسية المتـشابكة كـل منهـا عرضـه مـتر أو مـترين مـما يـسهل مهمتها في التدعيم ليس هذا فحسب، بل أيضًا تسمح بـالتحكم في كـل جـزء عـلى حـدة بحيـث يمكـن الاستفادة مـن البـصريات التكيفيـة لمواجهـة مـشكلة رؤيـة الغـلاف الجـوي. وتـشير الحـسابات إلى أن التلسكوبات من هذا النوع ستكون قادرة على التقاط صور للسماوات بتفاصيل أكـثر عـدة مـرات مـن الصور التي تلتقطها التلسكوبات الفضائية أن مشروع التلسكوبات الكبيرة للغايـة (ELT) الأكـثر تقـدمًا هو تلسكوب ماجلان العملاق ذو الـ 24.5 متر الذي يتوقع له أن يبدأ العمل عام 2018

النظام الشمسي

الشمس

الـشمس هــي مـصدر القــوة الــذي يقـــع في منتـــصف المجموعـــة الشمــسية، حجمهــا يتعــدى مائــة ضعف حجم الأرض، ووزنها يـساوى 300000 مـــرة وزن الأرض، وتـــضخ طاقة بمعدل 4*2610 وات (بالتدوين العلمـي)- وهـو مـا يكفـي لإنـارة 4



مليون مليار مصباح كهربي، وتستمد طاقتها من تفاعلات الاندماج النووي التي تحـدث في لبهـا؛و تـصل حرارة لب الشمس إلى درجة مذهلة 15 وهي مليون درجة مئوية (27 مليون درجة فهرنهايـت)، وهـي مرتفعة بدرجة كافية لدمج ذرات الهيدروچين معًا لتكوين الهيليوم.

للشمس تركيب داخلي معقد، ومرتب مثل طبقات البصل؛ حيث تحيط "المنطقة الإشعاعية" التي تنبعـث منها الطاقة على هيئة فوتونات بلب الشمس ثم تـأتي بعـد ذلـك طبقـة الحمـل الحـراري حيـث تغـير الشمس طريقة انتقال الحرارة إلى طريقة أخري هي الحمـل، ثـم هنـاك طبقـة الغـلاف الـضوئي حيـث تصبح الشمس شفافة وتصبح طاقتها حرة الانتقال في الفضاء مثـل الحـرارة والـضوء، ثـم يحـيط بـذلك طبقة حمراء اللون تسمى الغلاف اللوني، وفي النهاية نجد طبقة الإكليل، وهي غلاف جوي لونـه أبـيض لؤلؤي من البلازما، حيث تتعدى درجة الحرارة 5 مليون درجة مئوية (9 مليون فهرنهايت).

علم الزلازل الشمسية

لولا وجود مجال الزلازل الشمسية لكان رصد الخصائص الداخلية للشمس صعبًا للغاية، ومجال الـزلازل الشمسية هو دراسة موجات الصوت المنتشرة على سطح الشمس. تماما كما يحدث عند قرع جرس فإنه عند تعرض سطح حلقات الشمس لاضطرابات فإن خصائص الصوت، مثل التردد وشدة الصوت، تكـشف عن تفاصيل رئيسة عن البنية المكونة لها.

يقوم علماء الفلك برصد الرجفات الشمسية عن طريق قياس سطحها المتموج ثم رسم شـكل الموجـات على الكمبيوتر حيث يمكن دراستها. والتطبيقات على هذه التقنية متـشعبة- مـما يتـيح لعلـماء الفلـك تحديد المركبات الكيميائية المكونة للشمس، والحرارة والضغط، والكثافـة، والحركـة الداخليـة أو حتـى دراسة الكلف الشمسي الذي يختلف عن كل ذلـك. ويـرتبط هـذا المجـال ارتباطًـا وثيقًـا بعلـم الـزلازل الفلكية- الذي يبحث في البناء الداخلي للنجوم البعيدة عن طريق قياس تـردد الاهتـزازات عـلى سـطح هذه النجوم باستخدام تلسكوبات قوية.

الكلف الشمسي

الكلف الشمسي هي مناطق باردة نسبيًا على سطح الشمس حيث تهبط الحرارة من 5500 درجة مئوية (9930 درجة فهرنهايت) إلى حوالي 4000 درجة مئوية (7232 درجة فهرنهايت). والسبب في هذا الكلـف الشمسي هو عدم انتظام مغناطيسية الشمس مما يعيق طبقتها الحاملة في مناطق صغيرة، وهذا يقلـل كمية الطاقة المارة خلال كل منطقة من هذه المنـاطق الـصغيرة ويتـسبب في انخفـاض درجـة حرارتهـا مؤقتًا. يظهر الكلف الشمسي غالبًا في مجموعات صغيرة تستمر لأسابيع قليلة. عـدد الكلـف الشمـسية المرئية عند أي وقت يتغير خلال دورة مدتها 11 سنة.

على عكس ما قد يقود إليه الحدس، فإن وجود الكلف الشمسية الباردة هو إشارة إلى أن درجة حـرارة الشمس تزداد،لأن الإضطرابات المغناطيسية التي تسبب الكلف تصدر أيضًا توهجات وأنواع أخرى مـن الأنشطة الشمسية المركزة. وخلال فترة سبعين عامًا في نهايات القرن الـسابع عـشر وصـل عـدد الكلـف الشمسي إلى نقطة منخفضة سميت بعد ذلك بالعصر الجليدي المـصغر)، وقـد تزامنـت مـع فـترة الـبرد القارس على كوكب الأرض المعروف باسم العصر الجليدي الصغير.

النشاط الشمسي

يمكن لاختلافات مغناطيسية الشمس أن تؤدي إلى مجموعـة مـن الآثـار العنيفـة عـلى سـطح الـشمس والتي يـصنفها علـماء الفلـك عـلى أنهـا"نـشاط شمـسي"، وأكثرهـا شـيوعًا هـي التوهجـات الشمـسية، والانبعاثات الكتلية الإكليلية (CMEs). والتوهجات الشمسية هي إضاءات مفاجئة ومكثفة من منـاطق صغيرة على سطح الشمس تحدث عنـد تحريـر الطاقـة المتراكمـة في المجـالات المغناطيـسية المتـشابكة للـشمس فجـأة. يمكـن للـوهج الواحـد أن ينـتج طاقـة تـساوي الطاقـة التـي تنتجهـا ملايـين القنابـل الهيدروچينية.

أما انبعاثات الكتل الإكليلية فهـي مجموعـة مـن الجـسيمات المـشحونة يطلقهـا النـشاط المغناطيسي من طبقة الإكليل المستعرة على مدى ساعات قليلة. يطلـق الإكليـل في الوضـع النموذجي حـوالي 1000 مليـار كجـم مـن المـواد، وعـادة مـا تـصاحب الانبعاثـات الكتليـة

الإكليلية التوهج الشمسي لكنه يمكن أن يحدث منفردًا أيضًا. يمكن للدفعات الإشـعاعية التـي تـصاحب التوهج أو الانبعاثات الكتليـة الإكليليـة أن تتلـف المعـدات الإلكترونيـة الموجـودة عـلى سـطح سـفينة فضائية أو حتى هنا على سطح الأرض، والأكثر خطورة أن هذه الإشعاعات تشكل خطرًا مميتًا على رواد الفضاء في البعثات بين الكواكب-خارج الفقاعة الوقائية للمجال المغناطيسي للأرض. يقع رصـد النـشاط الشمسي والتنبؤ به وتأثيره على الفضاء القريب من الأرض تحت مظلة مصطلح "الطقس الفضائي".

الرياح الشمسية

حتى عندما لا تكون الشمس نشطة بصفة خاصة يظل هناك تدفق مـستمر للجـسيمات الخارجـة مـن طبقة الإكليل إلى الفضاء الخارجي- ويسمى ذلك بالرياح الشمسية. وتحدث هذه الرياح نتيجة سخونة طبقة الإكليل، فطبقًا لنظرية الحركة في الغازات فإنـه كلـما كـان الغـاز أكـثر دفئًـا تحركـت الجـسيمات المكونة له أسرع. طبقة الإكليل ساخنة جدًا لدرجة أن جزء صغير من جـسيمات البلازمـا المكونـة لهـذه الطبقة- وهي عدة إلكترونات وبروتونات ذرات متأينة- ستتحرك أسرع من سرعة هروب الشمس.

تتحرك الرياح الشمسية من طبقة الإكليل بسرعة 400 كـم لكـل ثانيـة (تقريبًـا مليـون مـتر في الـساعة) ويمكن رؤية آثارها في ذيول المذنبات (مما يجعلهم يتحركون بعيـدًا عـن الـشمس) وفي تكـوين ظـاهرة الشفق المذهلة.

الشفق

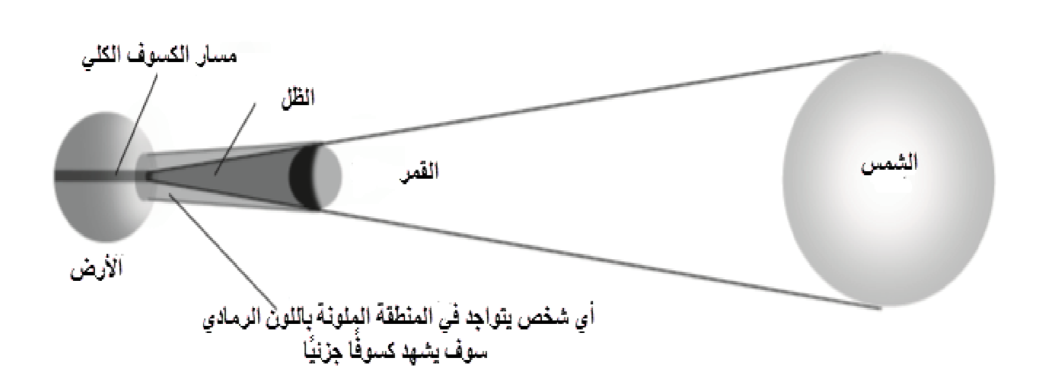
تنتج جسيمات الرياح الشمسية التي تـضرب الغـلاف الجـوي العلـوي بعنـف عروضًـا ضـوئية أخاذة تعرف باسم الأضواء الشمالية والجنوبية- الـشفق. وتحمـل الريـاح الشمـسية مـع هـذا الـشفق بعـض المجـال الكهرومغناطيـسي للـشمس، وعنـدما تكـون الظـروف مواتيـة يمكـن لهذا المجال أن يتفاعل مع المجال المغناطيسي للأرض مطلقًـا جـسيمات ريـاح شمـسية عاليـة السرعة على الأقطاب المغناطيسية للكوكـب، وتـصطدم هـذه الجـسيمات مـع ذرات الغـاز في الغلاف الجوي مما يؤدي إلى امتصاص الإلكترونات طاقة من جسيمات الريـاح الشمـسية مـما

يؤدي إلى انتقالها إلى مـستويات طاقـة أعـلى، وتعـود الإلكترونـات بمـرور الوقـت إلى مـداراتها مطلقـة إشعاعات مغناطيسيةعلى شكل ضوء له ألوان مميزة تعتمد على نوع الغاز الموجود، على سبيل المثـال، ينبعث من ذرات الأكسچين اللونان الأحمر والأخضر الفاتح بينما ينبعث من النيتروچين اللونـان الأزرق والبنفسجي. لا يحدث الـشفق عـلى الأرض فقـط فقـد رصـد علـماء الفلـك وجـود الـشفق في العـالمين الضخمين للغازات: المشترى وزحل.

كسوف الشمس

ربما يكون الكسوف الكلي للشمس هو الحدث الفضائي الأروع على الإطلاق والذي يأمل كـل شـخص في رؤيته من الأرض(لكن كن حذرًا واستخدم وسيلة مناسبة لحماية العين- حيث أن رؤية الـشمس بـالعين المجردة قد تتلف بصرك). يمر القمر مباشرة بين الأرض والشمس ملقيًا ظله الذي يجتاح سـطح الأرض.و يرى أي شخص في مسار الظل وجه الشمس متآكلًا تدريجيًا بسبب قرص القمر المظلم الذي لا يـترك إلا طبقة الإكليل التي تصدر وهجًا شبحيًا، أما الراصدون الـذين لا يكونـون في مـسار الظـل يمكـنهم رؤيـة كسوف جزئي حيث يكون جزء فقط من الشمس مظلمًا.

يمكن رؤية الكسوف الكـلي مـن مكـان مـا عـلى سـطح الأرض تقريبًـا مـرة كـل ثمـان عـشر شـهرًا. أننـا محظوظون للغاية لكون الحجم الزاوي للشمس والقمر عند رؤيتهما من الأرض متطابق ولولا ذلـك لمـا كان حدوث الكسوف التام ممكنًا.



خسوف القمر

عندما تمر الأرض بين الشمس والقمر يكون بإمكان علماء الفلك في المكان المناسب على الكوكب رؤية ظل الأرض يتقاطع مع سطح القمر-في ظاهرة رائعة تعرف باسم خسوف القمر. هناك خسوف جزئي وخسوف كلي- اعتمادًا على مقدار ما يقع في ظل الأرض من سطح القمر. ويمكن أيضًا أن تختلف أيضًا مستويات الظلمة التي تحدث في الخسوف الكلي اختلافات كبيرة: فأحيانًا يختفي القمر تمامًا عند حدوث الخسوف الكلي، بينما يتخذ في أوقات أخرى لونًا أحمر نحاسيًا- وهو لون يسببه ضوء الشمس الذي الذي اجتاز الغلاف الجوي للأرض، حيث أن هناك كمية كبيرة من الغبار المنتشر في غلاف كوكبنا والذي يشتت الضوء الأزرق تاركًا فقط الأضواء الحمراء والبرتقالية، ويمكننا رؤية نفس التأثير عندما تكون الشمس في أسفل السماء- عند الغروب مثلًا.

العبور

يحدث العبور عندما يمر كوكب ما أمام الشمس ويرى المراقبون خيال الكوكب كنقطة سوداء تزحف على سطح الشمس. أننا هنا على سطح الأرض لا نأمل إلا في رؤية عبور كوكبي عطارد والزهرة؛ لأن الأجرام العابرة لابد أن تمر بين المراقب والشمس، لكن عالم الفلك الذي سيصل مستقبلًا إلى المريخ سيكون بإمكانه رؤية عبور الأرض.

تستخدم كلمة"عبور"(transit) أحيانًا في الفلك لوصف مرور كوكب ما أو مرور القمر أمام أجرام سماوية أخرى غير الشمس، وبالتالي يكون ممكنًا رؤية عبور قمر (آيو) التابع للمشترى أمام هذا الكوكب العملاق. إذا كان الجرم السماوي العابر أكبر من الجرم السماوي الذي يعبر أمامه- بحيث يكون الجرم الأبعد مختفيًا تمامًا- يطلق على هذا الحدث "الاحتجاب" بالتالي فإن قمر آيو يحدث له احتجاب بعد فترة قصيرة من عبوره بالمشترى لأن مداره سيأخذه خلف الكوكب.

قانون تايتيس - بود

قانون تايتيس-بود هو صيغة رياضية للتنبؤ بنصف قطر مدار الكواكب في النظام

الشمسي، وهو صيغة تجريبية أي أنها لا أساس لها في قوانين الفيزياء، فهي ببساطة مبنية لتلائم بيانات مرصودة، وتقول الصيغة الحديثة للقانون أن بعـد كـل كوكـب عـن الـشمس مقاسًـا بالوحـدة الفلكيـة يعطى بالعلاقة 0.4+(K*0.3) حيث K عدد صحيح، وإذا كانت K متسلسلة لقوى العدد 2 (0، 1، 2، 4، 8، 16، 32 وهكذا)، فإن العلاقة تعطي بدقة نصف قطر مدار كل كوكب(باسـتثناء نبتـون الـذي يقـع عـلى مسافة أقرب مما يتوقع القانون بحوالي 9 وحدات فلكية).

نشر هذا القانون -الذي سمي بهذا الاسم نـسبة إلى عـالمي الفلـك الألمـانيين (يوهـان دانيـال تـايتيس)، و(يوهان إليرت بود)- لأول مرة عام 1768 قبل ثلاث عشر عامًا من اكتشاف كوكب أورانوس الذي نجـح القانون في تنبؤ مداره بشكل صحيح.

الكوكب	k	المدار الذي تنبأ به قانون تايتيس بود مقاسًا بالوحدة الفلكية	المدار الفعلي مقاسًا بالوحدة الفلكية
عطارد	0	0.40	0.39
الزهرة	1	0.70	0.72
الأرض	2	1.00	1.00
المريخ	4	1.60	1.52
حزام الكويكبات	8	2.80	2.80
المشترى	16	5.20	5.20
زحل	32	10.0	9.54
أورانوس	64	19.6	19.2
نبتون	-	-	30.1

نقاط لاجرانج

استخدام جاذبية نيوتن لحساب مجال الجذب الناتج عن نجم أو كوكب منفرد أمـر سـهل نسبيًا، لكن مـاذا يحـدث إذ كـان لـدينا مـصدر جـذب؟ هـذه مـسألة معقـدة إلا أن عـالم الرياضيات الفرنسي الإيطالي جوزيف لويس لاجـرانج اسـتنبط الإجابـة عـام 1772، وكانـت

السمة الأساسية لحله هي وجود خمس نقاط في الفضاء تـتلاشى فيهـا قوتـا جـذب مـصدرين لبعـضهما البعض إلى حد ما، لننظر إلى النظام الأرضي الشمسي على سبيل المثال نجد أن الجسم الواقع على الخـط الذي يصل بين الأرض والشمس يشعر بقوتهما تجذبانه في اتجاهين متضادين، والموضع الدقيق للجـسم مهم للغاية- فإذا كان قريب جدًا للأرض فإنه يسقط فيها، وإذا كان قريبًـا جـدًا لـلـشمس فإنـه يـسقط فيها بدلاً من ذلك، وهناك نقطة بينهما يكون فيهـا الجـسم عـلى نفـس المـسافة مـن الـشمس ويـدور متوافقًا مع الأرض وتعرف هذه النقطة بنقطة لاجرانج الأولى واختصارها(L1)

هناك أربع نقاط أخرى تأخذ التسميات من L2 إلى L5 وهي تعطي شكل صـليب خـلال النظـام الأرضي الشمسي. النقاط من L1 إلى L3 لا تتمتع بالثبات، بمعنى آخر، إذا قمت بدفع جسم موجـود عنـد هـذه النقـاط فسيـستمر في الانجـراف بعيـدًا أمـا النقطتـين L4، وL5 فهـما ثابتتـان، وهنـاك مجموعـات مـن الكويكبات تقع عند هاتين النقطتين مثل: كويكبات طروادة في نظام المشترى-الشمس.

الكويكبات

تعرف الأجسام الصخرية التي تحوط المجموعة الشمسية باسم الكويكبات، وهـي أصـغر كثـيرًا مـن أن تصنف ضمن الكواكب فهي تتراوح ما بين صخور تشغل عشرات الأمتار وحتى جبال طائرة تمـتـد لآلاف الكيلومترات. يمكن أن تتواجد ملايين منها في حزام الكويكبات الرئيسي الذي يـدور حـول الـشمس بـين كوكبي المريخ والمشترى، لكن هناك مجموعات منها أيضًا تشغل مناطق أخرى، فمثلًا كويكبات طروادة تتجمع عند نقطتي لانجـرانج الرابعـة والخامـسة لكوكـب المـشترى L4 وL5. وفي الوقـت نفـسه هنـاك كويكبات (فولكانويد) الافتراضية التي يعتقد أنها تطوف حول الشمس داخل مدار كوكب عطارد. وقـد وجد أن بعض الكويكبات لها أقمار ضئيلة مشوهة تـدور في مـدارات حولهـا، وأول هـذه الأقـمار قمـر (داكتيل) وهو قمر حزام الكويكبات الرئيـسي (إيـدا)، ويـشغل حـوالي كيلـومتر واحـد واكتـشفته ناسـا باستخدام مسبار كواكب جاليليو عام 1994.

وهنـاك كويكبـات تمـر خـلال الأرض، وهـي تلـك الكويكبـات التـي تقودهـا مـساراتها إلى مـدار

الأرض، وهذه الأجرام تشكل خطـرًا عـلى كوكبنـا؛ فمـن المعتقـد أن منـذ 65 مليـون سـنة مـضت ضرب كويكب طوله 10 كم (6 أميال) (أو ربما مذنب) شبه جزيرة يوكتان في المكسيك، وتسبب هذا الانفجـار في موجات مد وأضرار بيئية يعتقد بشكل عام أنهـا كانـت الـسبب وراء انقـراض الديناصـورات، ولهـذا السبب يدير عدد من علماء الفلك حول العالم مشروعات لاكتشاف وتصنيف الكويكبات التي تمـر عـبر الأرض، ويهدف هؤلاء العلماء إلى تتبع نـسبة 90% مـن الكويكبـات التـي تتجـاوز أحجامهـا 1 كـم (0.6 أميال) ويقع هذا العمل تحت مظلة حماية الفضاء.

المذنبات

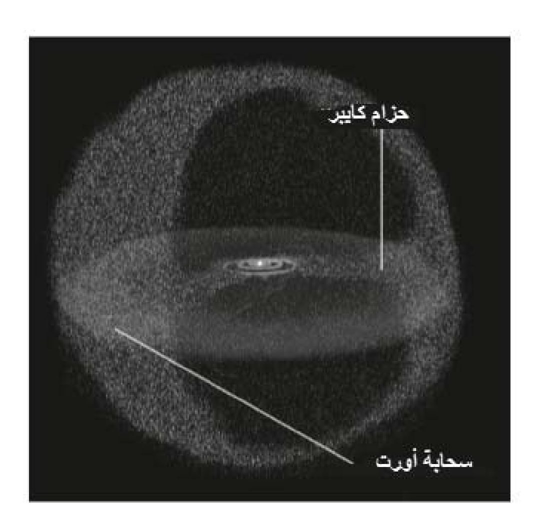
ولتكملة الكويكبات الصخرية، نجد النظام الشمسي موطنًا أيضًا لجـسيمات جليديـة جائلـة تعـرف باسم المذنبات ويتراوح حجمها بين مئات الأمتار وحتى بضع عشرات من الكيلومترات، وتنقـسم إلى مذنبات قصيرة الأمد تكمل دورتها حول الشمس مرة كل 200 سنة أو أقل، ومـذنبات طويلـة الأمـد والتي تظهر على فترات أكثر من ذلك، وهناك المذنبات أحادية الظهور التي يكون لها مـسار واحـد فقط خلال المجموعة الشمسية الداخلية قبل أن تختفي في الفـضاء مـرة أخـرى ولا تظهـر مجـددًا أبدًا.

عندما يدخل المذنب إلى النظام الشمسي الداخلي تعمل حرارة الـشمس عـلى تبخـير سـطحه الجليـدي مكونة ذؤابة ضبابية تحيط بالمذنب، وتيار من الجسيمات التي تتبع المذنب على شكل ذيـل رائـع. وفي الحقيقة معظم المذنبات لها ذيلان: ذيل غازي تدفعـه الريـاح الشمـسية مبـاشرة بعيـدًا عـن الـشمس، وذيل غباري يقع في مكان ما بين الذيل الغازي والاتجاه الذي أتى منه المذنب.

حزام كايبر

حزام كايبر هو قـرص مـن الكويكبـات الجليديـة التـي تـدور حـول الـشمس بعـد كوكـب نبتون، وقد سميت بهـذا الاسـم نـسبة إلى عـالم الفلـك الهولنـدي الأمـريكي جـيرارد كـايبر الذي افترض وجودها عام 1951. واكتشف علماء الفلـك في هـاواي عـام 1992 أول جـرم في

حزام كايبر- أو بمعنى أصح أول جسيم يعرف بأنه ضمن حزام كايبر. ويعتبر معظم الفلكيين الآن بلوتـو الذي اكتشف عام 1930 أحد أجرام حزام كايبر الكبيرة وبالفعل حدا هذا الاعتبار ببلوتو والأجرام الكبيرة الأخرى المنتمية للحزام إلى أن يعاد تصنيفها ككواكب قزمة عام 2006. في الوقت الحالي هناك أكثر مـن 70 ألف جرم معروف من أجرام كايبر. أحيانًا تتسبب جاذبية الكواكب العملاقة وخاصة تلك التـي تقـع عـلى مقربـة مـن نبتـون في نـزع أجـرام الحـزام خارجـه ودفعهـا إلى مـدارات قوسـية في أعـلى المستوى المنصف للنظام الشمسي، ومـن المعتقـد أن هـذه الأجـرام المـشتتة هـي المـصدر الأسـاسي للمذنبات قصيرة الأمد. أما المذنبات طويلة الأمـد والمذنبات أحادية الظهور فهي تنشأ خارج الحزام في سرب يعرف باسـم سـحابة أورت التـي تحـيط النظام الشمسي على بعد 50000 وحدة فلكية.



الشهب **Meteors**

تعرف الأجزاء الصغيرة من المادة في الفـضاء والتـي يقـع حجمهـا بـين حجـم ذرة الغبـار وحجـم الـصخرة الصغيرة باسم "الشهب". الأمر المثير للدهشة أن ملايـين مـن هـذه الـشهب يـسقط في الغـلاف الجـوي للأرض ويحترق كل يوم مكونًا شرائط لامعة قصيرة الأمد في سماء الليل- تسمى شهب أو نيـازك. أحيانًـا يكون الشهاب كبير جدًا لدرجة تجعله لا يحـترق بالكامـل فيـصل جـزء منـه إلى سـطح الأرض وعندئـذ يطلق عليه اسم نيزك (رجم).

تأتي الشهب في نوعين: الشهب الفرادى، وهي تلك التي تحدث عشوائيًا، ووابـل الـشهب الـذي يحـدث عندما يحمله مدار الأرض خلال تدفقات معروفة من بقايا الغبار الـذي خلفتـه المـذنبات. عـلى سـبيل المثال وابل شهب الوارشبات الذي يحدث في شهر أغسطس من كل عام بسبب مـادة تطلـق في أعقـاب ظهور مذنب سويفت تتل.

الغلاف الشمسي

تشكل الرياح الشمسية فقاعات عملاقة تحيط بالنظام الشمسي كله مما يؤدي إلى حمايته مـن الفـضاء بين النجمي القاسي، ويسمى ذلك بالغلاف الشمسي. يعمل تيار جسيمات الريـاح الشمـسية المـشحونة والمجالات المغناطيسية المصاحبة لها على صد الأشعة الكونية عالية الطاقة وكذلك الجسيمات الـسريعة للرياح النجمية الأخرى.

هناك ثلاثة مكونات رئيسة للحدود الخارجية للغلاف الشمسي: "صدمة النهاية" هي النقطة التـي تبـدأ فيها الرياح الشمسية بالخروج عن التدفق وتقليل سرعتها من سرعة تفوق سرعة الصوت إلى سرعة أقل من سرعة الصوت؛ حيث تصطدم الرياح بمادة الوسط البين نجمي المـسمى "حافـة الغـلاف الشمـسي"، وفي النهاية نجد "الانحناء الصدمي" وهو موجة ضغط تسبق حركة النظام الشمسي - خـلال المجـرات - مثل الانحناء الموجي في مقدمة السفينة.



الكواكب

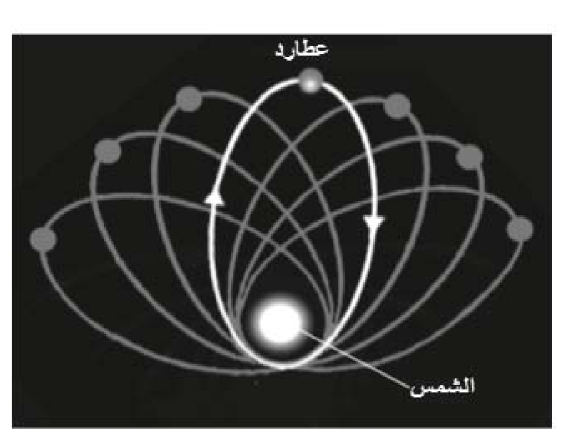
تكون الكوكب

يعتقد أن الشمس والنظام الشمسي منذ 4.6 مليار سنة مضت تكثفا من سحابة جزيئية ضخمة، هي سحابة شاسعة من جزيئات الهيدروچين انهارت بسبب جاذبيتها. وظلت تدور بخفة وتزيد من سرعتها كلما صغر حجم السحابة، وأوقفت قوة الطرد المركزية المولدة بالدوران فجأة انهيار السحابة في بعدين من أبعادها الثلاثة لتكون قرص كوكبي دائرًا مسطح. وأثناء نمو الشمس الچنينية في مركز القرص بدأت الكواكب في التشكل خلاله كجسيمات غبارية اصطدمت ببعضها، وتجمعت مكونة حصوات، ثم صخور/ ثم كبرت بفعل الجاذبية

تكونت على مقربة من الشمس بغازاتها المنفجرة بسبب حرارتها المرتفعة الكواكب الكونية الصخرية، لكن بعد ذلك هدأت الحرارة قليلًا فتمكنت الغازات والأجسام الجليدية من التواجد والاندماج ونمت الكواكب العملاقة لتصبح ما هي عليه الآن. يعرف مخطط تكون المجموعة الشمسية الذي ذكرناه باسم النظرية السديمية، ويشهد علماء الفلك حدوث نفس العملية في السحب المكونة للكواكب على بعد عدة سنوات ضوئية

عطارد

كوكب عطارد أقرب كواكب المجموعة الشمسية من الشمس، يكمل دورته حولها مرة كل 88 يوم، وهو كوكب مقسى من حرارة الشمس، تبلغ درجة حرارته نهارًا 430 درجة مئوية (806 فهرنهيت)، لكن لأن كوكب عطارد ليس له غلاف جوي يحيط



به فليس في استطاعته الاحتفاظ بهذه الحرارة مما يعني أن درجات الحرارة ليلًا تكون قارسـة الـبرودة حيث تهوي إلى -170 درجة مئوية (-274 فهرنهيت). أما سطح كوكب عطارد فيشبه سطح القمر-سـطح بارد ملئ بالحفر، قامت بعثة الفضاء مارينر 10 بتصويره عن قـرب لأول مـرة في منتـصف الـسبعينيات، وأحدث صور له كانـت عـام 2008 والتـي التقطهـا مـسبار ميـسنجر. لقـد كـان مـدار عطـارد أحـد أول الاختبارات التجريبية لنظرية النسبية العامة لآينشتاين. وكان علماء الفلك في القرن الـ 19 قـد لاحظـوا أن أثناء دوران عطارد حول الشمس فإن الشكل الكلي للمدار الإهليلجي يدور أيضًا بحيث يمر الكوكب بمرور الزمن على مسارات فضائية تشبه البتلة، وفشلت جاذبية نيوتن في تفسير التغير في محـور دوران كوكب عطارد (perihelion precession) ؛ لكن حسابات نظرية آينشتاين طابقت الملاحظات تمامًا.

الزهرة

غالبًا ما يوصف كوكب الزهرة بأنه شقيق كوكب الأرض بسبب إنه يزن حوالي أربع أخـماس وزن الأرض وحجمه تقريبًا يساوي حجمها. ويعتقد الكثير من العلـماء أن التـشابه بـين الكـوكبين يمتـد إلى مـا هـو أعمق من ذلك، وأن كوكب الزهرة سبق أن تمتع بمناخ معتدل وماء سائل على سطحه، أمـا الواقـع الآن مختلف تمامًا، فكوكب الزهرة الحالي عبارة عن جو كثيف من ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب احتباسًا حراري يحتجز الإشعاعات القادمة من الـشمس مـما يرفـع درجـة حـرارة الكوكـب إلى درجـة مـستعرة تساوي 460 درجة مئوية (860 فهرنهيت)، وهي درجة تكفي لإذابـة الرصـاص، وهـي أعـلى مـن درجـة حرارة عطارد على الرغم من أن الزهرة أبعد من عطارد عن الشمس.أما الضغط على سطح الزهرة فهـو يساوي 93 مرة الضغط على سطح الأرض- مقارنة بأعمق خنادق المحيطات.

على الرغم من كل ذلك يتكهن عالم وكالة ناسا، ديفيد جرينسبون بأن من الممكـن أن توجـد حياة على سطح الزهرة، حيث أن على مستويات أعلى للكوكب، حوالي 50 كـم (31 ميـل) إلى الأعـلى يهـبط الـضغط والحـرارة إلى مـستويات تـشبه المـستويات عـلى سـطح الأرض إلا أن في حقيقة الأمر يظل الغلاف الجوي لهـذا الكوكـب سـامًا -سـتحتاج إلى قنـاع للتـنفس، لكـن

هذا الكوكب هو الكوكـب الوحيـد في المجموعـة الشمـسية غـير الأرض الـذي لا تحتـاج فيـه إلى بدلـة فضائية.

الأرض

كوكبنا هو ثالث كواكب المجموعة الشمسية. ولأنه هو عالمنا الذي نعرفـه جيـدًا فقـد أصبح كـل مـن حرارة سطحه، وضغطه وقطـره (12700 كـم/7890 ميـل) وكتلتـه (2410* 6كجـم)، وطـول اليـوم الأرضي والسنة الأرضية هي المعايير التـي نقـيس عـن طريقهـا الكواكـب الأخـرى. الاسـم اللاتينـي لـلأرض هـو (terra)، وتعرف الكواكب الشبيهة بالأرض- ومنها عطارد والزهرة والمريخ باسم العوالم الأرضية. وكوكب الأرض هو الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي نعلم على وجه اليقين أن هناك حياة عـلى سـطحه، وترجع إمكانية الحياة على كوكبنا إلى مجموعة من العوامل الملائمة للحياة؛ فدرجة حرارة سـطح الأرض تقع ضمن النطاق المناسب الذي يسمح للماء بالتواجد في الصورة السائلة، كما أن له قمرًا تابعًـا يجعـل دورانه مستقرًا مما يؤدي بدوره إلى استقرار البيئة، ولكوكبنا أيضًا مجـال مغناطيـسي يـصد الإشـعاعات المضرة القادمة من الفضاء.

القمر

يدور القمر حول الأرض على بعد حوالي 610000 كم (380000 ميل)، ويساوي قطره مـا يزيـد قلـيلًا عـن ربع قطر الأرض، وجاذبيته حوالي سدس الجاذبية التي تشعر بها أنت أثناء قراءتك لهذا الكلام. وتنقسم التضإيريس السطحية مابين الهضاب الـساطعة الـوعرة، والـسهول القمريـة المظلمـة والمنبـسطة-بحـار القمر؛ وهي مساحات واسعة من حمم متجمدة. ويعتقد أن قمرنا قد تكون أثنـاء تـأثير حـدث هائـل يسمي الاصطدام العملاق. من وجهة نظر هذا الاعتقـاد فـإن هنـاك جـسم بحجـم كوكـب المـريخ قـد اصطدم بالأرض، وحدث انفجار هائل منذ حوالي 4.5 مليار سنة وتكون القمر من اندماج بقايا الانفجار. عندما تكون القمـر حـديثًا كـان يـدور بـسرعة كبـيرة؛ فكبحـت جاذبيـة الأرض مـن هـذه السرعة، ومنحتنا قمرًا مُقيّدا مديّاً- مما يجعل وجه القمر المواجه للأرض هو الوجـه نفـسه

دائمًا، ولهذا الـسبب عنـدما يكـون القمـر بـدرًا-بمعنـي إنـه يكـون مبـاشرة في قبالـة الأرض مـن ناحيـة الشمس- سترى دائمًا نفس الظل المألوف لرجل القمر.

المريخ

يدور المريخ حول الشمس على بعد حوالي 1.5 وحدة فلكية، ويعرف شعبيًا بالكوكب الأحمـر، والـسبب وراء درجة اللون القرمزية إلى نسبة الحديد في تربته وصخور سطحه- الكوكب حرفيًا صدئ تمامًا ويزيد قطره عن نصف قطر الأرض وجاذبيته تساوي تقريبًا ثلث جاذبيتها، ولكوكب المريخ مناخ نشط تتخلله فصول وظواهر للطقس مثـل العواصـف الترابيـة، والأعاصير مثـل إعـصار "شـياطين الغبـار" الـذي تـم تصويره. ولهذا الكوكب قمران تابعان هما: فوبوس، وديموس.

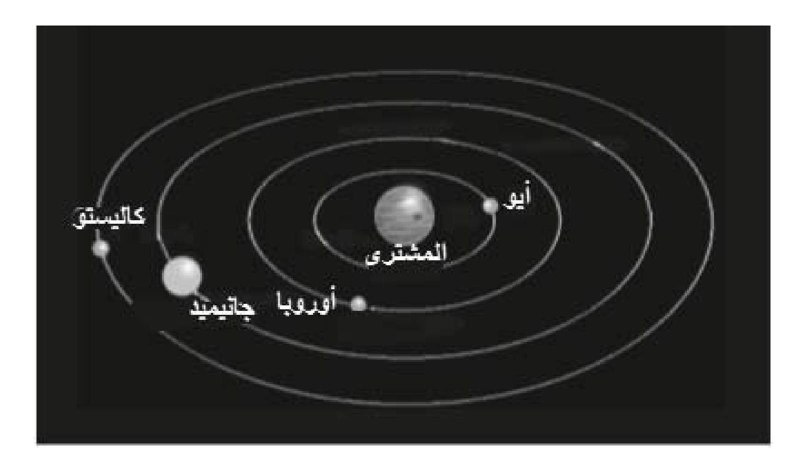
وقد وجد مسبار الفضاء فينيكس ماءً متجمدًا على سطح المريخ عنـدما هبطـت عليـه عـام 2008، فحـرارة الكوكب المنخفضة، وضـغطه يجعـل مـن وجـود المـاء في صـورة سـائلة غـير محتمـل عـلى الـرغم مـن أن العلامات الكيميائية وعلامات تآكل السطح تشير إلى أن الكوكـب كـان مكانـًا رطبـًا في المـاضي مـما يـؤجج الجدل حول وجود حياة في الماضي أو حتى في الحـاضر عـلى الكوكـب إلا أن بيئـة المـريخ البـاردة القاحلـة تعني أن الميكروبات فقط هي التي تستطيع أن تحيا على سطحه الآن.و ليس أي كائنات متطورة أخرى.

المشترى

هو عملاق المجموعة الشمسية الذي يبلغ حجمه عشرة أضعاف حجم الأرض ويزن أكثر من 300 ضعف وزنه، وهو كوكب غازي عملاق فبنائه يختلف كثيرًا عن الكواكب الـشبيهة بـالأرض التـي يطلـق عليهـا الكواكب الأرضية التي تدور في مدارات أقرب إلى الشمس من مدار المـشترى. فهـو يتكـون أساسًـا مـن غازي الهيدروچين والهيليوم.

يشتهر كوكب المشترى ببقعته الحمراء الكـبرى- نظـام عاصـفي دوامـي كبـير بمـا يكفـي لابتلاع عدة كواكب مثل الأرض-وهناك عواصف أخرى أصغر تهيج خـلال أحزمـة الغـاز المعاكـسة للـدوران. ولهـذا الكوكـب 63 قمـرًا معروفـًا؛ أكـبر أربعـة هـم: أيـو، وأوروبـا،

وكاليستو، وجانيميد- وتعرف باسم أقمار جاليليو؛ لأن العالم الإيطالي جاليلو متعدد جوانب الثقافة هو من اكتشفها باستخدام أحد أوائل التلسكوبات الفضائية منذ 400 عام، ويمكن رؤية هـذه الأقـمار مـن الأرض باستخدام المنظار وتظهر على هيئة ثقوب ضوئية على جانبي الكوكب. قمر أيو هو أقرب الأقمار الأربعة، فهو يدور على مقربة من الكوكب العملاق ويخضع لسحق وضـغط مـستمرين بفعـل القـوى المدية لجاذبية المشترى وينتج عن ذلـك تـأثير حـراري يجعـل مـن أيـو المكـان البركـاني الأول في النظـام الشمسي حيث يوجد على سطحه أكثر من 400 بركان نشط.



زحل

الكوكب السادس بعدًا عـن الـشمس-وثـاني أكـبر كوكـب، بعـد المـشترى- هـو العـالم الغـازي العمـلاق "زحل" الذي يدور حول الشمس على بعد 10 وحدات فلكية، ويتكـون أساسًـا مـن غـازي الهيـدروچين والهيليوم.

يظهر نظام حلقات زحل الرائع الذي يتكون من حلقات قطرها 360000 كم (223994 ميل)، وسـمك 20 كم فقط (12.4 ميل) مثل حد السكين من على بعد كبير عن الكوكب، وتتكون هذه الحلقات من قطـع جليدية صغيرة في مدار حول الكوكب. وللكوكب 61 قمرًا معروفًا، أكبرها تيتان وحجمه أقـل قلـيلًا مـن نصف حجم الأرض ومحاط بجو كثيف من النيتروچين، وهناك العديد من التخمينـات حـول مـا يوجـد تحت ضباب تيتان الغامض-ومنها بحيرات الميثان السائل، أو حتى حياة، لكن عندما هبط مسبار وكالـة

الفضاء الأوروبية هويچينز عـلى سـطحه عـام 2004 لم يجـد لا هـذا ولا ذاك.إلا إنـه رأي دلـيلًا عـلى أن الصخور التي كانت على مقربة من موقع الهبوط مصابة بالتآكل نتيجة وجود سوائل في الماضي.

أورانوس

اكتشف عالم الفلك البريطاني السيد ويليام هيرشيل كوكب أورانوس، عام 1781. كوكـب أورانـوس -مثلـه كمثل المشترى وزحل- كوكب غازي عملاق إلا أن غلافه الجوي المكون من الهيدروچين والهيليوم مـزود بنسبة من الميثان - على عكس المشترى وزحل- ويمتص الميثـان اللـون الأحمـر مـن ضـوء الـشمس مـما يضفي على الكوكب لونه الأزرق الباهت.

كوكب أورانوس يقع على بعد كبير للغاية - 20 وحدة فلكية، ودرجة حرارتـه - 224 درجـة مئويـة(-371 فهرنهيت)، وهو أكثر الكواكب برودة في النظام الشمسي- حتى من جاره الخارجي نبتون- والسبب وراء ذلك غير مفهوم جيدًا. وانخفاض الحرارة يعني أن الطاقة في الغلاف الجوي للكوكب غـير كافيـة لـدعم أي شكل من أنظمة الطقس الدوامية أو الزمر اللونية التي تحيط بأوجـه المـشترى وزحـل. ربمـا تكـون السمة الأكثر غرابة لكوكب أورانوس هي أن محور دورانه يميل بأكثر مـن 98 درجـة مـما يجعلـه يـدور حول الشمس " على أحد جوانبه"، وبسبب ذلك وبسبب حقيقة أن الكوكب يـستغرق 84 سـنة ليكمـل دورة واحدة حول الشمس، فإن كل من القطبين الشمالي والجنوبي يشهد 42 سنة متواصـلة مـن الـضوء تليها 42 سنة متصلة من الظلام.

نبتون

بحلول الوقت الذي تجازف فيه بالابتعاد عن الشمس بمقدار 30 ضـعف المـسافة بـين الـشمس والأرض ستجد أن النظام الشمسي يصبح مظلمًا وباردًا جدًا، لكن هذا هو مكان وجـود الكوكـب الثـامن نبتـون الذي اكتشفه عالم الفلك الألماني يوهان جوتفريد جيل عـام 1846 بنـاءً عـلى حـسابات عـالم الرياضـيات الفرنسي يوربين لوفير الذي استنتج أن الإضطرابات الضئيلة التي لوحظت في مدار أورانوس كانت نتيجة لجاذبية عالم جديد.

يبلغ قطر نبتون حوالي أربعة أضعاف قطر الأرض، وحجمه وتركيبه الكيميائي مشابهان لأورانـوس إلا أن نبتون - على عكس أورانوس - له نشاط مرئي على سطحه بما فيـه الـصخور العديـدة، والبقـع المظلمـة التي يعتقد أنها عواصف تشبه الأعاصير مشابهة لبقعة المشترى الحمراء الكبرى. ويشكل نبتون مشكلة أمام نماذج تكون الكواكب- التي تشير حاليًا إلى أن كمية المادة التي تقع على هذا البعد مـن الـشمس غير كافية لتكوين كوكب كبير في حجـم نبتـون، وأحـد الحلـول الممكنـة هـي النظريـة المعروفـة باسـم "النزوح" التي تجادل حول أن نبتون قد يكون تكون بـالقرب مـن الـشمس حيـث كانـت كثافـة المـادة عالية، ثم نزح للخارج حيث يوجد الآن.

الكواكب القزمة

عُلم معظمنا أن بلوتو هو تاسع كواكب المجموعة الشمسية، لكن في عام 2006 قام الاتحـاد الفلـكي الـدولي- الهيئـة العالميـة الحاكمـة للفلـك- بتـضييق تعريـف هـذه الكلمـة، فأصبح بلوتـو نتيجـة للمخطط المنقح تابعًا لمجموعـة جديـدة مـن الأجـرام تـسمى "الكواكـب القزمـة"، وكانـت إعـادة التفكير تلك مدفوعة باكتشاف أجرام جديدة في النظام الشمسي الخارجي تفوق بلوتـو في الحجـم، فإذا اعتبرنا أن بلوتو كوكب فستكون هذه الأجرام المكتشفة كواكبًا أيـضًا- وبالتـالي سـتكون هنـاك العديد من الكواكب هناك.

يوجد الآن خمسة كواكب قزمة معروفـة..بلوتـو، وهاوميـا، وميكميـك وإيـريس عبـارة عـن قطـع مـن الصخور والجليد تدور في الخارج، بعد كوكب نبتون، والكوكب القزم الخامس سـيريس كـان في الـسابق أكبر الكواكب التابعة في المجموعـة الشمـسية، ويقـع في الحـزام الرئيـسي بـين المـريخ والمـشترى. وكـان إيريس-الذي كان يحمل الاسم غير الرسمي "زينا" قبل إعادة التـصنيف-يعتـبره علـماء الفلـك الكوكـب العاشر. لكل من بلوتو وإيريس قمر وحيد يسمى شـارون وديـسنوميا عـلى الترتيـب، أمـا هاوميـا فلـه قمران هما: هياكا ونماكا بينما ميكميك، وسيريس ليس لهما أقمار.

الكواكب الخارجية

أنها لحقيقة مذهلة أن نكون على علم بالكواكب التي تدور حول النجوم الأخرى أكثر من علمنا بكواكب نظامنا الشمسي. في وقت الكتابة، هناك 374 كوكب معروف من الكواكب التي تسمى ب "الكواكب الخارجية"، وقد اكتشف كل من مايكل مايور، وديدير كيلوز بجامعة چينيف بسويسرا عام 1995 أول كوكب خارجي؛ حيث اكتشفا رفيقًا بحجم كوكب يدور حول النجم پيجاسي 51"51 Pegasi" الذي يقع على بعد 51 سنة ضوئية في كوكبة الفرس الأعظم. وكان الكوكب أصغر من أن يرى مباشرة لكنهم تمكنوا من استنتاج وجوده عن طريق قياس حركة النجم في الفضاء، فأثناء دوران الكوكب غير المرئي يتسبب في جعل النجم يتمايل ذهابًا وإيابًا قليلًا، وقد مكنتهم المعدات الحساسة من قياس هذا التمايل. كوكب پيجاسي 51 "Peg 51" هو كوكب غازي ضخم مثل المشترى، لكن صائدي الكواكب اكتشفوا مؤخرً عوالم أرضية- أي لها كتل أكبر من عوالمنا ببضع مرات وتقع في المنطقة المعتدلة بالنسبة لنجومها، وهو مدى المدارات إلى تكون عنده حرارة السطح ملائمة لتواجد المياه السائلة.

الكواكب المتجولة

لعل الأكثر غرابة من الكواكب الخارجية هو احتمال أن يكون هناك عدد من الكواكب المتجولة بحرية عبر الفضاء السحيق- دون أن ترتبط بأي نجم، وتتنبأ النماذج النظرية بأن عدد صغير من هذه الكواكب المتجولة لابد أن يكون قد انبثقت عن أنظمة نجومها المضيفة عند اصطدام المواد معًا أثناء عملية تشكل الكواكب العنيفة، لكن على الرغم من أن علماء الفك هم من اكتشفوا هده الكواكب، لكن لازال هناك احتياج إلى رصد مؤكد.

الأستاذ دايفيد ستيفنسون بمعهد كاليفورنيا للتكنولوچيا إنه إذا كانت هذه الكواكب المتجولة تهيم بالخارج فإنها قد تحمل مظاهر الحياة، ويقول أنها ربما تكون قد تكونت عندما كانت أنظمتها النجمية غنية بغاز الهيدروچين مما يعطيها غلافًا جويًا سميكًا يمكنه الاحتفاظ الحرارة مما يجعله دافئًا بدرجة كافية للحفاظ على مياه المحيطات في الحالة السالة وكذلك الحفاظ على حرارة معتدلة على الرغم من افتقاده لحرارة نجم قريب منه.

النجوم

الفضاء البين نجمي

خارج الفقاعة الواقية لنظامنا الشمسي تقع البرية الكونية القاسية، إنه الفضاء البين نجمـي، وهـو خـاو للغاية، يتخلله سحب مخلخلة من الغاز والغبار- كثافتها منخفضة لدرجة أنها لا تقاس بالجرامـات بـل بوحدة ذرة/سنتيمتر مكعب- وسحب الهيدروچين هي المكون الرئيسي للفضاء البين نجمي، وهـي تـأتي في ثلاثـة أشـكال: سـحب الهيـدروچين المتعادلـة المكونـة مـن ذرات الهيـدروچين البـسيطة؛ والـسحب الجزيئية التي تتكون من جزيئات كل منها عبارة عـن ذرتـين هيـدروچين مـرتبطتين معًـا؛ أمـا المنـاطق المسماة H II فتنشأ حيث ينتزع الإشعاع القادم من نجم قريب إلكترونات من ذرات الهيدروچين ليترك سحابة موجبة الشحنة مشحونة بأيونات الهيدروچين، وبالإضافة إلى ذلك، يـأتي كـل مـا سـبق مـصحوبًا بالقليل من الغبار الكوني، ويعتقد أن هذه السحب تشكل حوالي 15% مـن كتـل المجـرات مثـل مجـرة درب التبانة.

السدم

تعرف سحب الغازات الكونية التي تُرى من كوكب الأرض عند علـماء الفلـك باسـم "الـسدم"، وعمومًـا هناك ثلاثة أنواع: "السدم الانبعاثية"وهي سحب غازية تطلق الضوء غالبًا بـسبب فقـد ذرات الغـاز في السديم لإلكترون أو أكثر متحولة إلى آيونات وتنطلق الطاقـة أثنـاء اتحـاد الإلكترونـات بالآيونـات مـرة أخرى، ومن أمثلتها مناطق H II التى ترى في الفضاء البين نجمي؛ و"السدم العاكسة" في الوقـت نفـسه هي سحابة من الغبار لا تنتج ضوء بنفسها لكنها بدلًا من ذلك تعكس أضـواء النجـوم القريبـة، وأخـيرًا هناك "السدم المظلمة" التي تظهر ليس بفعل الضوء الذي ينبعـث منهـا أو الـذي تعكـسه بـل بـسبب الضوء القادم من المصادر الواقعة خلفها والتـي تقـوم هـي بحجـب ضـوئها، ربمـا أشـهرها سـديم رأس الحصان في كوكبة الجبار.

تكونات النجوم

تتكون النجوم داخل السحب الجزيئية الباردة الموجودة في الفضاء البين نجمي، والكثافة الابتدائية للسحابة تكون في حدود من بضع إلى مائة جسيم لكل سنتيمتر مكعب (قارن ذلك بالغلاف الجوي للأرض الذي يحتوى كل سنتيمتر مكعب منه على 30 مليار مليار جسيم) إلا أن هذه السحب لا تزال قادرة على احتواء قدر كبير من المادة- مئات الآلاف من الكتل الشمسية؛ لأن السحب الكبيرة يمكنها أن تمتد لمئات السنين الضوئية. الإنحراف الضئيل في كثافة السحب يعمل بمثابة بذرة تتسبب في انهيار المناطق بسبب جاذبيتها الخاصة،ولأن قوة جذب هذه المنطاق تقوم بجذب المزيد من المادة إليها تزداد الكثافة وتزداد الجاذبية أكثر، وهي عملية جارية.

عندما يتكثف أحد هذه النجوم الأولية يسحق الغاز بداخله مما يسبب ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل حرارة القلب إلى حوالي 15 مليون درجة مئوية (27 مليون فهرنهيت)، ثم تشتعل تفاعلات الاندماج النووي ويولد النجم.



يشكل الإشعاع الناتج من النجم الجديد فقاعة حوله في السحابة الجزيئية المحيطة، والوقت الكلي المطلوب لتكون نجم ما بهذه الطريقة (مثل شمسنا) حوالي 50 مليون سنة.

شكل هرتزسبرنج - راسل

يرسم علماء الفلك تطور النجوم على شكل يسمى شكل هرتزسپرنج-راسل (H-R) نسبة إلى أول عالمي فلك رسما أول شكل عام 1910. وهو أساسًا مخطط بياني مبعثر للعلاقة بين مقدار النجوم وألوانها. وجد أن معظم النجوم تقع على شريط يُعرف باسم "التسلسل

الأساسي". ينشأ عن تكون النجوم نجوم أولية تتطور خلال هذا الشكل؛ حتى تـصل إلى النـسق الأسـاسي من خلال مسارين يعرفان باسم مسار هايـاشي، ومـسار هينـي والتـي تقحـم الحالـة الأوليـة للـسحابة الغازية المنهارة إلى أن تصل إلى نجم كامل التكوين،. وعندما يكمل النجم المرحلة الأساسية مـن حياتـه يمكن التطور في اتجاهات شتى؛ فمثلًا أصبحت شمسنا أكثر احمرارًا وسطوعًا من خلال اتخاذهـا لفـرع الشكل الذي يطلق عليه " فرع العمالقة" في صورة نجوم حمراء عملاقة- قبل أنها بدأت حياتها كنجـوم قزمة بيضاء ساخنة خافتة.

التسلسل الأساسي

تحتل النجوم المتوسطة مثل شمسنا ما يسمى بالتسلسل الأساسي- وهو عبارة عـن شريـط قطـري عـلى شكل هرتزسپرنج-راسل. تقوم نجوم التسلسل الأساسي بحـرق الهيـدروچين داخليًا في قلبهـا مـن خـلال تفاعلات الاندماج النووي لتوليد طاقة، وينتج الهيليوم أيضًا الذي يعتبر رماد الإحتراق النووي، وتـصنف نجوم التسلسل الأساسي إلى "أنواع طيفية" على أساس درجة حرارتهـا، ولأسـباب تاريخيـة أخـذت هـذه الأنواع الحروف: M،K،G،F،A،B،O مرتبة حسب الانخفاض في درجات الحرارة مـن 50000 درجـة مئويـة (90000 فهرنهيت) وحتى 3000 درجة مئوية (54300 فهرنهيـت). وتنتمـي الـشمس إلى النـوع (G) عنـد درجة حرارة 5500 درجة مئويـة (9930 فهرنهيـت)، وتـستمر مرحلـة التسلـسل الأسـاسي في دورة حيـاة النجم حتى ينفذ وقوده من الهيدروچين ويبدأ في حرق الهيليوم بدلًا منه؛ عندئذ يصبح عملاقًا أحمر.

الأقزام البنية

النجوم الأولية التي لا تتمكن من الخروج مـن مرحلـة تكـون النجـوم إلى مرحلـة حـدوث التفاعلات النووية داخلها تعرف باسم الأقزام البنية، وهي - في كل النواحي المهمة - نـسخ هائلة من كوكب المشترى- كرات من الغازات المرتبطة عن طريق الجاذبية إلا أنهـا ليـست ضخمة بما فيه الكفاية لتمكين الجاذبية من توفير الحرارة اللازمة لبدء التفاعـل النـووي في قلبها. معظـم الأقـزام البنيـة مماثلـة في الحجـم تقريبًـا لكوكـب المـشترى إلا أنهـا تـزن في أي جزء من أجزائها أقل مـن وزنـه 90 مـرة، وقـد وضـع وجـود هـذه النجـوم في الاعتبـار

منذ السبعينيات إلا إنه لم يتم اكتشاف أولها حتى عام 1995 أما الآن فقد اكتشف الكثير منها.

النجوم المتغيرة

النجوم المتغيرة هي تلك النجوم التي تظهر تغيرًا جذريًا في السطوع، وتأتي في عدد من الأنواع المختلفة.

النجوم المتغيرة الكسوفية هي نجوم ثنائية يتحرك كل مكون منها دوريًا أمام الآخر متسببًا في انخفـاض محصلة سطوع النجمين في النهاية، ومن النجوم التي تندرج تحت هذه الفئة نجمي الغول والشلياق.

هناك نجوم متغيرة أخرى تتـضخم وتـنكمش دوريًـا، ويتـسبب الانكـماش في جعـل الـنجم أكـثر كثافـة وإعتامًا مما يعني إنه يحتجز إشعاعًا أكثر والذي يؤدي بدوره إلى تضخيمه مجددًا وهكذا، ومن النجوم التي تسلك هذا السلوك نجمـي مـيرا، والـنجم المتغـير القيفـاوي، وتـرتبط فـترة نـبض النجـوم المتغـيرة القيفاوية مباشرة بالحد الأقصى لسطوعها؛ فمعرفة سطوعها الحقيقي وقياس سـطوعها الظـاهري يتـيح حساب المسافة بين فترات النبض.

النجوم الثنائية

يمكن للنجوم أن تدور حول بعضها البعض تمامًـا كـما تـدور الكواكـب حـول الـشمس، ويتكـون الـنجم الثنـائي مـن نجمـين تكونـا عـلى مقربـة مـن بعــضهما الــبعض وأدت بهــما حركتــاهما إلى الدوران حول مركز ثقل مشترك، وهنـاك أنـواع عدة اعـتمادًا عـلى كيفيـة اكتـشاف طبيعـتهما الثنائية؛ فمثلًا " الثنائيات المرئية" يمكن رؤيتهـا مــن خــلال التلــسكوب عــلى شــكل نجمــين، أما "الثنائيات الطيفيـة" فتظهـر بـسبب تـأثير دوبلـر الـذي يقـوم بإزاحـة طـيفهما الـضوئي

أثناء تحركهما ذهابًا وإيابًا، بينما في "الثنائي الكسوفي" يتحرك النجمان أمام بعضهما البعض ليكونا نجـمًا متغيرًا.

النجوم الثنائية هي أحد طرق اكتشاف وجود الثقوب السوداء حيث أن الثقب الأسـود لا يمكـن رصـده مباشرة بسبب لونه الأسود أما إذا كان جزءًا من نظام ثنائي فسيكون من الممكن الاستدلال على وجـوده من تأثير جاذبيته على النجم الساطع المصاحب له

العناقيد النجمية

تتكون النجوم غالبًا في مجموعات حيث تتقلص المناطق خلال سحابة تكون الـنجم ثـم تتفتـت ليخـرج منها النجوم الصغيرة، لكن هـذه النجـوم بإمكانهـا شـغل مجموعـات أكـبر تـسمى العناقيـد النجميـة، ولمجرتنا درب التبانة نوعان: العناقيد المفتوحة،و العناقيد الكروية. تقع العناقيـد المفتوحـة في مـستوى المجرة وهي عادة ما تمتد بضع عشرات السنين الضوئية وهي موطن لعدة مئات من النجـوم، العناقيـد المفتوحة ترتبط عن طريق الجاذبية ارتباطًا رخوًاوبالتالي سميت ب"المفتوحة" بسبب أنها يمكن الإخلال بها بسهولة، ولذلك تكون النجوم المكونة لها عادة صغيرة إلى حد ما.

أما العناقيد الكروية فهي تركيزات كروية من النجوم التي تدور في الهالة الخارجية للمجرة،وهي كثيفة جدًا فهي تجمع ملايين النجوم في منطقة حجمها بضع عشرات السنين الضوئية، وهـذه الكثافـة تجعـل جاذبيتها أقوى مما يعني أن تلك الأنظمة النجمية مرتبطة معًا بإحكام وبناءً عليه فإن النجـوم المكونـة لها تضم بعض أقدم النجوم المعروفة على الإطلاق.

العمالقة الحمر

عندما ينفد الهيدروجين في قلب أحد نجوم التسلسل الأساسي تتوقف التفـاعلات النوويـة مؤقتًـا ويبـدأ القلب في أن يبرد، لكن هذا التبريد يؤدي إلى خبز.

في الضغط مما يتسبب في انكماش القلـب فترتفـع درجـة حرارتـه مجـددًا، ويـستمر هـذا الارتفاع في درجة الحرارة حتى تصبح درجة الحرارة مرتفعـة بمـا فيـه الكفايـة- حـوالي 100

مليون درجة مئوية (180 مليون فهرنهيت) لإشعال التفاعلات النووية عن طريق حرق الهيليوم، ثم تؤدي الحرارة إلى تضخم الغلاف الخارجي للنجم إلى مئات أضعاف قطر الشمس، وفي الوقت نفسه تؤدي التمددات إلى تبريد الطبقات الخارجية- محولة النجم من نجم أصفر يشبه الشمس إلى نجم أكثر برودة، وحمرة يعرف بالعملاق الأحمر.

من المقدر لشمسنا أن تصبح عملاقًا أحمر خلال 5 مليار سنة من الآن، وسوف تبتلع كوكبي عطارد والزهرة وتحمص سطح كوكب الأرض ليصبح هشًا، ومن المثير للاهتمام أن ظروف قمر تيتان التابع لكوكب زحل سوف تصبح دافئة بما يكفي لتواجد حياة عندما تصبح الشمس عملاقًا أحمر، إلا أن هذه المرحلة -للأسف- لن تستمر طويلًا.

السديم الكوكبي

ماذا يحدث عند وصول نجم ما إلى نهاية فترة حياته؟ النجوم المتوسطة والمنخفضة الكتلة نسبيًا مثل الشمس تنتهي حياتها بأمان- على هيئة سحابة غازية منتفخة تُعرف بالسديم الكوني، وسيكون النجم قد وصل بالفعل إلى مرحلة العملاق الأحمر التي فيها يحترق الهيليوم عند درجات حرارة عالية في القلب إلا أن العمالقة الحمر نجوم غير مستقرة- تنتج التغيرات الطفيفة في درجات حرارة القلب تغيرات هائلة في سطوع النجم مما يؤدي إلى حدوث نبضات في الطبقات الخارجية التي يزداد حجمها إلى أن تصبح في نهاية المطاف كبيرة بما فيه الكفاية لإستبعاد الغلاف الخارجي بالكامل.

يقدر عرض السدم الكوكبية بحوالي سنة ضوئية، وحتى على بُعد مسافات نجمية من الأرض ترى هذه السدم على شكل قرص- يشبه الكوكب بدلًا من الشكل النقطي الذي تظهر عليه النجوم عند النظر إليها من الأرض وهذه هو سبب تسمية "السديم الكوكبي"، وقد صاغ هذا المصطلح عالم الفلك ويليام هيرتشل في أواخر القرن الـ 18. ويبقي قلب النجم - جذوة متوهجة من الكربون والأكسچين يطلق عليها القزم الأبيض- في مركز السديم.

الأقزام البيضاء

القزم الأبيض هو جسم نجمي - بقية خلفها نجم مثل الشمس بعدما أنهي فترة حياته؛ وهو في حقيقـة الأمر قلب نجم أحمر عملاق قد طـرح أغلفتـه الغازيـة الخارجيـة متحـولًا إلى سـديم كـوكبي. ويكـون القلب مرتفع درجة الحرارة للغاية، أحيانًا يفوق 100000 درجة مئويـة (18000 فهرنهيـت)- مـما يجعلـه يظهر باللون الأبيض إلا أن حجمه الصغير يعني إنه يشع الحرارة ببطء، وبالتالي فهو باهت نـسبيًا، ولما كانت هذه الأقزام البيضاء لا تحتوي على مصدر داخلي للطاقة فهي تخفت بمرور الوقت - تبرد متحولة إلى ما يسمى " قزم أسود".

الأقزام البيضاء كثيفة للغاية؛ فهي تجمع كتلة شمسية من المادة في كرة حجمها تقريبًا مثـل حجـم الأرض، ولا يستطيع ضغطها الحراري مقاومة سحب الجاذبية الذي تتسبب فيه هذه الكثافـة العاليـة، وبـدلًا مـن ذلك تُطبق على الأقزام البيضاء نظرية ميكانيكا الكم، وليس هناك ذرات كاملة داخل القزم الأبـيض- فقـد سحقت المادة داخلها لتـصبح حـساءً مـن الأنويـة الذريـة والإلكترونـات، وبيـنما تحـاول الجاذبيـة سـحق الإلكترونات يتدخل مبدأ الاستبعاد ليمنع تحولهم جميعًا إلى نفس الحالة، وهذا الذي يطلق عليـه"ضـغط انحلال الإلكترونات" هو ما يمنع الأقزام البيضاء من الانطواء على نفسها مكونة ثقبًا أسود.

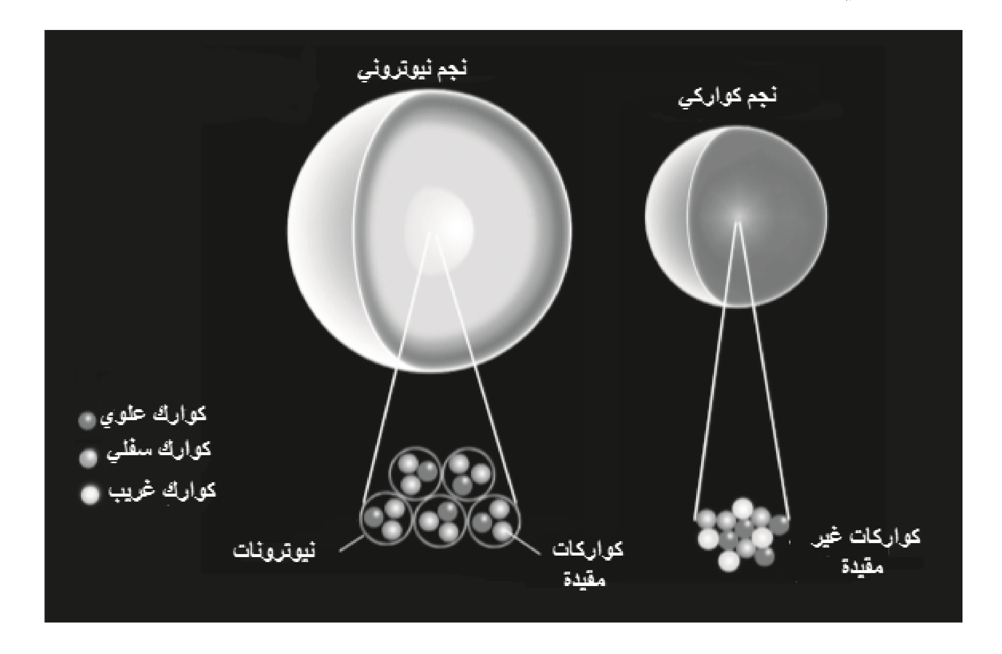
المستعر الأعظم

تنهي النجوم التي يفوق وزنها حوالي عـشرة مـرات وزن الـشمس حياتهـا بانفجـار حيـث تحطـم هـذه النجوم نفسها في انفجار عظيم يعرف باسم المـستعر الأعظـم. فعنـدما ينفـد الوقـود الـلازم للتفـاعلات النووية لنجم كبير كهذا فجأة يصبح التأثير مشابهًا لفتح بوابة تحتجز فيلًا وراءها، وبزوال مـصدر دعـم النجم تخضع طبقاته الخارجية للسقوط الحر وينهار النجم مما يتسبب في ضغط قلبه محـولًا إيـاه إلى نجم نيوتروني ويتوقف الانهيار، وهذا بـدوره يـؤدي إلى ارتـداد مفـاجئ يطـرح بالطبقـات المنهـارة إلى الخارج مما يؤجج انفجار المستعر الأعظم.

النجوم النيوترونية

يبقى قلب النجم الذي أنهي حياته في انفجار المستعر الأعظم في مركز حطام السحابة التي خلفها الانفجار، ويتكون ما يسمى النجم النيوتروني بسبب ازدياد الضغط داخل النجم الذي يؤدي إلى سحق الإلكترونات، والبروتونات محولًا القلب إلى كرة عملاقة من النيوترونات، ولكن هذا ليس كل شيء؛ فكل زوج من الإلكترونات والبروتونات يندمج مع بعضه البعض ينتج عنه ما يسمى (نيوترينو)، فتتدفق بلايين وراء بلايين من النيوترينوات خارج النجم الميت وتنتثر في الفضاء- والتي يمكن أن تنذر علماء الفلك بوجود مستعر أعظم وشيك قبل أن يصبح مرئيًا في التلسكوب.

تحشر النجوم النيوترونية كتلة شمسية من المادة في كرة اتساعها 12 كم فقط (7.5 ميل)، وهذا كثيف لدرجة تجعل مقدار ملعقة صغيرة من المادة يزن وزن جبل. والنجوم النيوترونية مثلها مثل الأقزام البيضاء محكومة بالضغط الكمي- إلا أن في حالة النجوم النيوترونية يحدث الضغط نتيجة تطبيق مبدأ الاستبعاد الكمي للنيوترونات بدلًا من الإلكترونات.



النجوم الكواركية

إذا كان النجم النيوتروني ثقيلاً بما فيه الكفاية فإن جاذبيته تستطيع تفكيكه إلى ماهو أكثر من ذلك- إذابة نيوتروناته محولة إيها إلى مكوناته من الكواركات. في عام 2002 أعلن علماء الفلك بمركز هارفارد سميثونيان للفيزياء الفلكية، في كامبريدج، ماساشوستس تحت قيادة جيرمي دراك أنهم قد اكتشفوا نجم كواركي محتمل في كوكبة الإكليل الجنوبي وقد أطلق عليه (RXJ1856) وظهر صغيرًا لدرجة تمنع تصنيفه كنجم نيوتروني لكن أيضًا كبيرًا لدرجة تمنع تصنيفه كثقب أسود نجمي الكتلة.

كل من النجوم النيوترونية والكواركية تظهر صفات مغناطيسية شديدة يمكنها -في حالة دورانها حول نفسها- التفاعل مع الجسيمات المشحونة القريبة لإنتاج أشعة من الإشعاعات من أقطابها المغناطيسية والتي يمكنها مسح الفضاء كمنارة كونية أثناء دوران النجم، وتسمى مثل هذه الأجرام اسم النجوم النابضة.

المستعر فوق العظيم

عندما يكون النجم المحتضر كبير لدرجة أن حتى تشكل الكواركات النجمية يعجز عن إيقاف انهيار جاذبيته، يبتلع القلب نفسه متحولًا إلى ثقب أسود مطلقًا أثناء هذه العملية طاقة تكافئ 100 مستعر عظيم، ويطلق على هذا الحدث اسم المستعر فوق العظيم. ويعتقد أن المستعر فوق العظيم هو مصدر انفجارات أشعة جاما،وهي ومضات من إشعاع كهرومغناطيسي ذي طاقة عالية اكتشفته الأقمار الصناعية في الستينيات. يتم رصد إحداها مرة يوميًا تقريبًا إلا أن أصلها ظل لغزًا حتى عام 1997.

عندما مكننا اكتشاف النظائر البصرية لانفجارات أشعة جاما من معرفة أن مصدرها هو النجوم المنفجرة في المجرات البعيدة.

المجرات

الفضاء بين المجرات

إذا اعتقدت أن الفضاء البين نجمي ممل إذًا، فأنـت لـست جـاهزًا بعـد للعمـق الكـوني الـصارخ الـذي يشغل المسافة بين المجرات.

الفضاء بين المجرات أقرب ما يكون إلى فراغ تام مثل الطبيعة مع مجرد مسحة من المادة تقـدر كثافتهـا بحوالي ذرة هيدروچين واحدة لكل متر مكعب. المكونات الرئيسة للفـضاء بـين المجـرات هـي المجـرات نفسها- تلك التجمعات العملاقة من النجوم تشبه جزرًا في الفـراغ الكـوني تفـصل بينهـا مئـات الـسنين الضوئية والتي تساوي من 20 إلى 40 مرة الحجم القياسي لمجـرة مـا. قـارن ذلـك بمتوسـط المـسافة بـين النجوم خلال المجرة الواحدة-غالبًا عشرات الملايين مرة حجم النجوم- وسـتتمكن مـن رؤيـة أن الفـضاء بين المجرات في الحقيقة أكثر كثافة للمكونات من الفضاء بين النجمي.

المجرات الحلزونية

المجرات الأكثر شيوعًا في الكون هـي المجـرات الحلزونية التي لها قـرص سـاطع تمتـد خلالـه أذرع حلزونية تمـسح المنطقـة حـول القـرص، وفي حقيقـة الأمـر، هـذه الأذرع عبـارة عـن موجة حلزونية الكثافة تدور حول المجرة مرة كل بضع عشرات الملايين من السنين، ولا يـرى هذا النمط عادة لكن تكـون النجـوم يحـدث في مكان سحق مـادة القـرص مـما يـؤدي إلى إضاءة أذرع الحلزون بجيل جديد من النجوم



الساطعة الساخنة، وتعرف النجوم الصغيرة نسبيًا الموجودة في القرص بنجـوم الجمهـرة الأولى، ويحـاط القرص بهالة كروية من المادة وهي غالبًا موطن لنجـوم أقـدم تعـرف بنجـوم الجمهـرة الثانيـة. وتـشير دراسات حركة المجرات أيضًا إلى أن هذه الهالة تعمل بمثابة ميناء لكمية كبيرة من المادة السوداء التـي تشكل معظم كتلة المجرة

وأخيرًا يوجد في محور القرص المجرى ما يسمى بالانتفاخ حيث توجد عناقيد نجمية بكثافة مـع سـحب من الغاز الكوني والغبار، ويعتقد معظم المجرات تحتوي على ثقب أسود عملاق في مركز الانتفـاخ يـزن ملايين المرات كتلة الشمس.

المجرة الحلزونية الضلعية

بعض المجرات الحلزونية تصبح بنيتها أكثر تعقيدًا بسبب وجود ضلع من النجوم الساطعة يمر في قلبها. وبدلًا من أن تنبع الأذرع الحلزونية من القلب مباشرة، تأتي من نهايتي الـضلع، وفيزيـاء هـذه الأضـلاع المجرية ليست مفهومة تمام الفهم إلا أن العلماء يعتقدون أنها تكونـت بفعـل تفـاعلات الجاذبيـة مـع المجرات الأخرى مقرونة بموجـات الكثافـة التـي تـشبه تلـك التـي تكـون الـنمط الحلـزوني الموجـود في المجرات الحلزونية العادية، وتقريبًا ثلث المجرات الحلزونية المعروفة ينتمي إلى نوع المجرات الحلزونية الضلعية بما فيهم مجرة درب التبانة.

درب التبانة

تسمى مجرتنا ب "درب التبانة" ويعتقد أنها تنتمي إلى المجـرات الحلزونيـة الـضلعية مـن الفئـة (SBb-SBc) على شكل الشوكة الرنانة (tuning fork diagram)، عرض قرص المجـرة يـساوي حـوالي 100000 سـنة ضوئية، وسمكه حوالي 1000 سنة ضـوئية، ويحتـوي عـلى حـوالي 300 مليـار نجـم ويـزن 600 مـرة كتلـة شمسنا. ولمجرة درب التبانة ذراعان رئيسيتان تتفرعان من نهايتي الضلع، بالإضافة إلى عدد صـغير مـن أذرع أقصر طولًا تسمى "نتوءات"، وهذا النمط الحلزوني يدور حول محور قرص مجرة درب التبانة مرة كل 50 مليون سنة.

تقع الشمس والنظام الشمسي على بعد 26000 سنة ضوئية من مركز درب التبانة على حافة نتوء يعرف بذراع الجبار. تكمل الشمس مدارًا واحدًا حول مركز المجرة مرة كل 220 مليون سنة، واستنادًا إلى عُمـر أقدم نجوم درب التبانة، يعتقد أن درب التبانة قد تكونت منذ 13.2 مليار سنة عندما كان عمـر الكـون نفسه 500 مليون سنة فقط.

المجرات الإهليلجية

ليـست كـل المجـرات لهـا الـشكل الحلـزوني المنمـق؛ فهنـاك بعـض المجـرات المعروفـة باسـم المجـرات الإهليلجية لها أشكال إهليلجية قديمة مسطحة ذات نجوم موزعة توزيعًا إنسيابيًا داخلها. معظم نجوم المجرات الإهليلجية تنتمي للجمهرة الثانية- وهـي المؤقتـات النجميـة القديمـة (عـادة تكـون أعمارهـا مليارات السنين) التي توجد أيضًا في هالات المجـرات الحلزونيـة. وهنـاك أيـضًا القليـل مـن الهيكلـة في مدارات النجوم في المجرات الإهليلجية؛ ففي المجرات الحلزونية تدور جميع النجوم في اتجـاه واحـد في مستوى قرص المجرة أمـا في المجـرات الإهليلجيـة تتقـاطع المـدارات النجميـة في هـذا الاتجـاه أو ذاك، وتشمل المجرات الإهليلجية مدى واسعًا من الكتل- أي كتلة تتراوح ما بين 10 مليون و10 مليار أضعاف كتلة الشمس- كما أن أحجامها تتنوع تنوعًا كبيرًا-تتراوح ما بين بضع مئات السنين الضوئية وحتى مئات الآلاف، وهذه المجرات الإهليلجية تمثـل أقليـة في الكـون، فهـي تمثـل حـوالي 10% فقـط مـن المجـرات المعروفة، لكن هذا قد يتغير مع تقدم عمـر الكـون. يعتقـد أن المجـرات الإهليلجيـة تكونـت بانـدماج مجرتين حلزونتين معًا، وفي الواقع قد تصبح درب التبانة إهليلجية يومًا ما؛ فهي على مسار تصادمي مع مجرة آندوميدا المجاورة- المجرتان على وشك الاصطدام معًا خلال 3 مليار سنة.

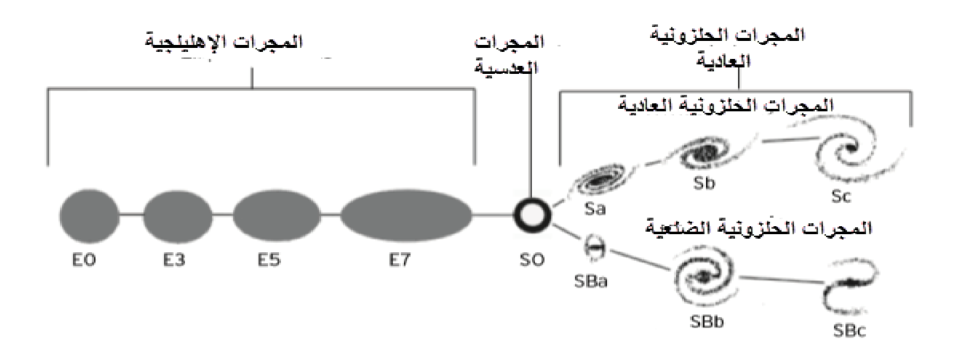
عدم الملاءمة المجرية

بعـض المجـرات لا يلائمهـا وصـف المجـرات الحلزونيـة ولا الإهليلجيـة. المجـرات العدسـية (Lenticulars)- وتعني التي على شكل عدسة- لها قرص مثـل المجـرة الحلزونيـة لكـن هـذا القرص لا يحتوي على الهيكل الحلـزوني داخلـه. يعتقـد أن هـذه المجـرات هـي في الأصـل مجرات حلزونية استنفدت كل مادتها المـستخدمة في تكـون النجـوم فلـم يتبـق أي مـادة

لتكوين النجوم الساطعة التي ترسم الهيكل الحلـزوني؛ كـما أنهـا تجنبـت التـصادم مـع مجـرات أخـرى والذي يحول العديد من المجرات الحلزونية إلى إهليلجية. من ناحية أخرى هناك مـا يـسمى بـالمجرات غريبة الأطوار التي لم يكن الحظ حليفها؛ حيث أن لها مظهرًا مشوهًا غير معتاد يشوه تصنيفها ويعتقد أنها ناتجة عن تحطمات مجرية عنيفة بشكل خاص.

شكل الشوكة الرنانة

يختصر علماء الفلك أشكال ومظاهر المجرات المختلفة فيما يسمى بشكل الشوكة الرنانة، الذي تـصوره عالم الفلك إيدوين هابل عام 1926. التسلسل الأول الذي يقع في أقصى يسار الـشكل ويوضـح المجـرات الإهليلجية التي تمتد مـن اليـسار إلى اليمـين مـن الـشكل الكـروي (E0) إلى الـشكل الإهليلجـي شـديد التسطح (E7) ثم تأتي بعد ذلك المجرات العدسية التـي تأخـذ الرمـز (S0) وعنـد هـذه النقطـة ينقـسم الشكل مكونًا فرعي الشوكة: الفرع العلوي الذي يرسم المجـرات الحلزونيـة التـي تمتـد مـن اليـسار إلى اليمين من مجرات ذات أذرع ضيقة الالتفاف وانتفاخ مركزي كبـير (Sa) إلى مجـرات ذات أذرع واسـعة الالتفاف وانتفاخ مركزي صغير (Sc)؛ أما الفرع السفلى فيظهر المجرات الحلزونيـة الـضلعية التـي تمتـد من (SBa) إلى (SBa) بنفس القواعد السابقة.



فهرس مسييه

عام 1771 نشر عالم الفلك الفرنسي شارلز مسييه فهـرس يـضم المجـرات المرئيـة مـن خـلال التلسكوب في هذا الوقت، فالمجرات البعيدة غالبًا ما تظهر مـن خـلال التلـسكوب خافتـة

وغائمة تشبه إلى حد كبير المذنبات، وكان مسييه صائد المذنبات الـشغوف قـد ضـاق ذرعًـا مـن اعتبـار المجرات المعروفة اكتشافات جديدة لمذنبات عن طريق الخطأ- لذلك قرر أن يعد قائمة بهذه المجرات. بدأت قائمة مسييه في الأصل بـ 103 جرمًا وامتدت منذ ذلك الحين لتشمل 110- فقد اكتشف المؤرخـون الفلكيون دليلاً على وجود أجرام كان مـسييه عـلى علـم بهـا بوضـوح إلا إنـه -لـسبب مـا- أهملهـا ولم يضمها إلى القائمة. لم يغط فهرس مسييه المجرات فحسب بل أورد فيها أيضًا العناقيد النجمية، والسدم، وبقايا المستعرات العظمى. ولازال فهرس مسييه حتى يومنا هذا قائمة يـستخدمها الفلكيـون الهـواة في تحديد أهدافهم لأن معظم الأجرام التي تضمها القائمة يمكن رؤيتها مـن خـلال المنـاظير والتلـسكوبات الصغيرة.

المجرات القزمة

تمامًا مثل الكواكب والنجوم الثنائية، هناك بعض المجرات التي يـدور حولهـا مجـرات شـقيقة مـصغرة، وربما يكون المثالان القياسيان هما سحابتي ماجلان الكبرى والصغرى اللتان تـدوران حـول محـيط درب التبانة، وسحابة ماجلان الكبرى مثلًا تمثل موطنًا لحوالي 10 مليار كتلة شمسية من المـادة - مقـسمة إلى 30 مليون نجمة- واتساعها حوالي 14000 ألف سنة ضوئية وتبعد عن درب التبانة 157000 سـنة ضـوئية. ويعتقد العلماء أن سحابة ماجلان الكبرى كانت ذات يوم مجرة حلزونية ضلعية صغيرة قبل أن تنحرف مقتربة جدًا من درب التبانة التي تسببت جاذبيتها في حدوث تشوه للأولى مكونـة مـا هـي عليـه مثـل شكل غير منتظم.

بدرب التبانة أربعة عشرة مجرة قزمة تدور حولها وهنـاك مجـرات قزمـة أخـرى- مثـل المجـرة القزمـة فينكس، والمجرة القزمة طوقان- معزولة وهائمة في الفضاء السحيق بين المجرات.

تكونات المجرات

تنمو المجرات القزمة بطريقة مشابهة لعملية تكون النجوم - سحبًا من المادة تـتقلص بفعـل جاذبيتها الخاصة. وللسحب الكونية بشكل عـام درجـة مـن الـدوران وقـوة الطـرد المركزيـة

التي تتولد نتيجة هـذا الـدوران تـدعم انهيـار المجـرات في بعـدين بيـنما تـسمح باسـتمرارها في البعـد الثالث- مكونة المجرة الناتجة سواء أكانت مسطحة أم على شكل قرص. ويعتقد أن المجرات الكبيرة قد تكونت بعد ذلك من خلال ما يسمى بالعملية التصاعدية (bottom-up process) حيث تندمج الوحدات الصغرى-تحديـدًا المجـرات القزمـة- بفعـل جاذبيتهـا لتكـوين المجـرات الكبـيرة التـي نراهـا في الكـون الحديث.

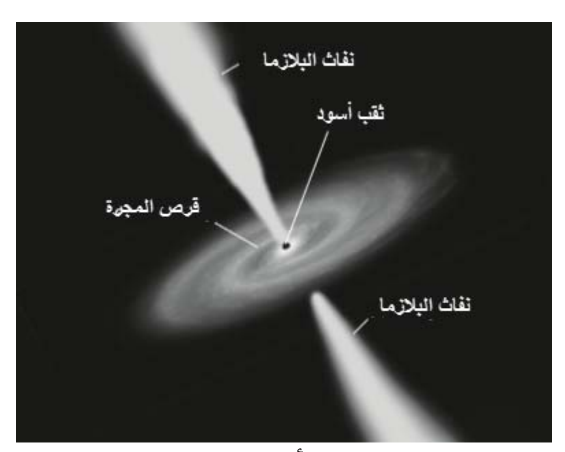
وتبين المحاكاة خلال الكمبيوتر أن المادة السوداء تلعب دورا خطـيرًا في تكـون المجـرة-بـدونها لا يمكـن للعملية أن تحدث. لازالت المجرات تتكون حتى يومنا هذا إلا أن معدل التكـون في المـاضي كـان أعـلى كثيرًا من الوقت الحالي.

تطور المجرات

مثلما تتطور أشكال الحياة تحت الميكروسكوب، تتطور المجرات عبر الزمن، فالمجرة يُترك لها الحبل على الغارب فتغير من تركيبها الكيميائي عبر فترة حياتها كما تفعل النجوم التـي تحـول غـاز الهيـدروچين إلى هيليوم وعناصر أثقل خلال التفاعلات النووية، ثم تعيد المادة المخصبة إلى الفـضاء البـين نجمـي خـلال انفجارات المستعر الأعظم وطرد السدم الكوكبية.

وكان من المعتقد في السابق أن شكل الشوكة الرنانة لإيدوين هابل يمثل تسلسلاً تطوريًا- عمليـة تطـور من خلالها المجرات من إهليلجيـة إلى حلزونيـة، لكـن اتـضح الآن أن ذلـك لـيس صـحيحًا. ففـي حالـة حدوث أي شيء، فإن مسار التطور يعمل في الاتجاه المعاكس، محولًا المجـرات الحلزونيـة إلى إهليلجيـة مثلما حولت التصادمات المجرية التركيب الحلزوني المرتب إلى تشابك فوضوي إهليلجـي، لكـن النجـوم المنفردة لا تندمج خلال تصادمات كتلك- الفجوة بينها كبيرة جدًا فلا تتصادم مع بعـضها الـبعض، لكـن الجاذبية تسحب النجوم من كل مجرة وتضعها في مسار موحد، وتقوم موجات الضغط التي نشأت عن اندماجات المجـرة بإثـارة انفجـارات شـديدة مكونـة للنجـوم- ويـشار إليهـا أحيانًـا بمجـرات "الانفجـار النجمي".

المجرات النشطة



يعتقد أن معظم المجرات لها ثقوب سـوداء ضخمة كامنة في قلبها، وفي المجرات النشطة تــصبح الثقــوب الــسوداء مــصادر قويــة للإشـعاع تحـول المجـرة إلى منـارات كونيـة ساطعة. وتكون الثقـوب الـسوداء الملتهمـة للنجوم والغاز والغبـار هـي مـصدر الطاقـة لأنوية المجرات النشطة-قلب المجرات النشطة.، وتعمل جاذبية الثقب الأسود على سحب المادة داخلـه وتقوم بتسريعها إلى سرعة عالية إلا أنها عند اقترابها من أفق حدث الثقب الأسود تجمع نفسها في حزم وتصطدم بمادة ساقطة أخرى مما يسبب ارتفاع درجـة الحـرارة وانبعـاث إشـعاع كهرومغناطيـسي. وهنـاك نوعان رئيسيان من المجرات النشطة: مجرات نشطة ذات إشعاع راديوي مرتفع، ومجـرات نـشطة ذات إشعاع راديوي منخفض؛ اعتمادًا على كميـة الإشـعاع التـي تنبعـث منهـا في النطـاق الراديـوي للطيـف الكهرومغناطيسي. تنتج المجرات النشطة ذات الإشعاع الراديوي المرتفع نفاث من البلازما يمكنه التدفق في الفضاء مئات السنين الضوئية عموديًا على قرص المجرة مثل الأذرع الكونية، وتتحـرك المـادة في هـذه النفاثات بسرعة تقترب جدًا من سرعة الضوء - حيث تصطدم بـشدة بالغـاز الـذي يـسود الفـضاء بـين المجرات- وتكون موجات صادمة تنتفخ مكونـة فـصوص كبـيرة باعثـة للإشـعاعات الراديويـة، ولا أحـد يعرف على وجه اليقين مصدر طاقة النفاثات الصادرة مـن المجـرات النـشطة، إلا أن مـا يـسمى "بـطء المسار القياسي" يعتبر أحد التفسيرات الممكنة. أما في المجرات ذات الإشعاع الراديوي المـنخفض فيتعقـد أن المجرة تكون موجهة بحيث.تحجز المادة المتخللة-مثل قرص المجرة نفـسها- رؤيتنـا للقلـب الباعـث للأشعة الراديوية.

أشباه النجوم

أشباه النجوم هي مجرات نشطة ترى على أبعـاد شاسـعة مـن درب التبانـة؛ تقـع أبعـد أشـباه النجـوم المعروفة على بعد 28 مليون سنة ضوئية مما يعني أن ضوءها قد انبعث عندما كان عمر الكون لا يزال كسرًا صغيرًا من عمره الحالي، ويمكن رؤية شبه النجم هذا من هذه المـسافة الهائلـة مـما يجعلـه أكـثر الأجرام سطوعًا في الكون.هناك مئات الآلاف من أِشباه النجوم المعروفة إلا أن لا يوجد من بينها ما يقع على بعد أقل من 3 مليارات سنة ضوئية، مما حدا ببعض علماء الفلك إلى اقتراح أنها عبارة عن مجرات في مرحلة جنينية، ومرحلة الشباب العاصف التي ستستقر فيما بعد وتـصبح مجـرة في شـكلها المـستقر الذي نراه في الكون المحلي حاليًا، وفي هذا الإطار حتى مجرتنا درب التبانة قد تكون مرت بمرحلـة شـبه النجم في ماضيها.

ألقي علماء الفلك الضوء على الأجرام التي كان من المعتقد أن تعرف كأشباه نجوم لأول مرة عام 1960، إلا أنها لم يعترف بها على هذا النحو قبل عام 1963 على يد عالم الفلك الهولندي الأمريكي مارتن شميت. ويأتي الاسم (quasar) اختصارًا ل (quasi-stellar object) وتعني جرمًا شبه نجمي- وهو اسم أطلـق عليهـا لأن وقوعها على مسافة بعيدة جعلها تظهر كنجوم نقطية في السماء إلا أنها فعليًا مجرات.

بداية الكون

الكون

ما الكون تحديدًا؟ هل كل ما هو موجود؟ أم فقط كل ما يمكنك رؤيته؟ أم أن هناك تعريفًا روحيًـا مختلفًـا تمامًا؟ أفضل ما توصل إليه العلماء هو أن الكون هو المـدى الكامـل للفـضاء ثـلاثي الأبعـاد الـذي نحيـا فيـه جميعًا، وبعض العلماء قد يضيفون إلى ذلـك البعـد الزمنـي بحيـث يكـون الكـون طبقًـا لحـساباتهم هـو الفضاء ثلاثي الأبعاد مضافًا إليه ماضيه ومستقبله بالكامل.

يؤكد علماء الكون تأكيدًا خاصًا على "الكون المرصود" بالنسبة إلينـا- ويعنـي ذلـك، الجـزء من الكون الذي أتيح لضوئه السفر إلى درب التبانة منذ الانفجـار العظـيم أو بمعنـى آخـر

الجزء الكوني الواقع خلال أفقنا الكوني. قد تكون هناك أكوان أخرى خـارج كوننـا - عـلى سـبيل المثـال: الأكوان التي تشكل الأكوان المتعددة التي تنبأت بها وجهة نظر العوالم المتعددة في نظرية الكم.

الانفجار العظيم

منذ حوالي 13.7 مليار سنة مضت أوجد أكبر انفجار سبق أن حدث الكون الذي نعرفه- إلا إنـه لم يكـن انفجارًا بالمعنى المعروف،فلم يكن هناك موجة تفجيرية تمزق الفضاء- لقد بقيت المادة كما هـي بيـنما تمدد الفضاء نفسه، ولم يكن هناك نقطة وحيدة حـدث عنـدها الانفجـار العظـيم- لقـد حـدث في كـل مكان في نفس الوقت، لكن هناك شيئًا واحدًا اشترك فيه الانفجار العظيم مع الانفجارات العادية، وهـو الكرة الملتهبة، فقد بدأ الكون بدرجة حرارة هائلة وكثافة كبيرة قبل أن يتسبب تمـدد الفـضاء في جعلـه الكون المعتدل الذي نراه اليوم. ما الذي تسبب في جعـل هـذه الفقاعـة الكبـيرة مـن المـادة، والإشـعاع والفضاء والزمن تقفز إلى الوجود لأول مرة؟ الحقيقة أن لا أحد يعرف، لكن هنـاك مجـالات مثـل علـم الكون الكمي، ونظرية الكون الملتهب تقدم رؤى حول ذلك.

الخلفية الميكروية

من يقرأ للمرة الأولى أن كوننا قد انبثق إلى الوجود بشكل عفوي منذ مليـارات الـسنين ثـم تمـدد وبـرد ليشكل المجرات والنجوم والكواكب ويشكلنا نحن في نهاية المطاف قد يتسائل- وله الحق في ذلك- عـن كيفية معرفتنا لهذا كله. ترتكز نظرية الانفجار العظيم على دعـامتين راسـختين مـن الأدلـة، أحـدهما بخصوص وفرة العناصر الكيميائية في الفضاء، فاسـتنادًا عـلى النظريـة، كـان الكـون في بدايتـه مليئًـا بالهيدروچين الذي تحول في تفاعلات الاندماج النووي في كرة الملتهبـة للانفجـار العظـيم إلى هيليـوم بالإضافة إلى القليل من عناصر أثقـل، وتتنبـأ الحـسابات المبنيـة عـلى نظريـة الانفجـار العظـيم بـأن الكون لابد أن يكون قد انبثق من هذه الكـرة الملتهبـة عنـدما تحـول مـا يقـرب مـن 25% مـن غـاز الهيدروچين بها إلى هيليوم؛ وهـذا هـو الاتـزان الملاحـظ تمامًـا في سـحب الغـازات الكونيـة المعزولـة إلا أن هناك دليلًا مذهلًا آخر، حيث تتنبأ النظرية إنه يجب أن يكون هناك صـدى قابـل للاكتـشاف

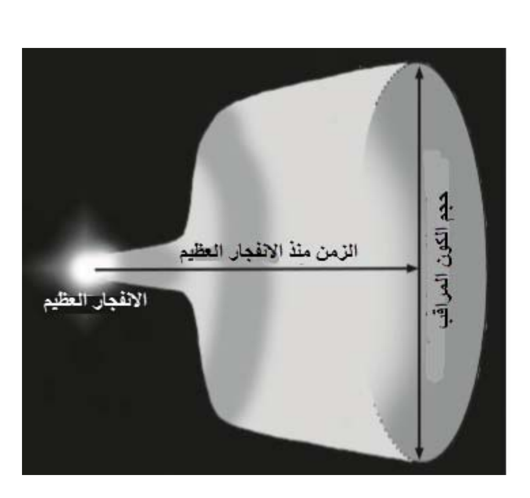
للانفجار العظيم ينتقل في الفضاء حتى الآن، وهو ليس صدى صوتيًا بـل صـدى مكـون مـن إشـعاعات كهرومغناطيسية لها أطوال موجية معينة- موجات ميكروية تبلغ حرارة إشعاع الجـسم الأسـود لهـا 2.7 درجة مئوية (4.85 فهرنهيت) فوق الصفر المطلق.

عام 1964 اكتشف عالمي الفلك الراديوي بمعامل بيل في نيـو جـيرسي: آرنـو بينزيـاس وروبـرت ويلـسون إشعاع الخلفية الكونية الميكروي، وكان هذا الاكتشاف من قبيل الصدفة البحتـة، فحقيقـة الأمـر أنهـما حاولا في البداية التخلص من هذه"الضوضاء" غير المرغوب فيها التي عانـت منهـا الأداة المستكـشفة إلا أن هذه الضوضاء أكدت أن كوننا قد تكون فعلًا نتيجة انفجار عظيم مرتفع درجة الحرارة.

التضخم

تقول نظرية التضخم أن بعد زمن قدره 1 من مليـار مليـار مليـار مائـة مليـون مـن الثانيـة بعـد ولادة الكون في الانفجار العظيم خضع لطفرة نمو هائلة وتوسع بعامل 2610 وهناك عدد من الدوافع لنظرية التضخم؛ فهي طريقة لإخراج الكون من عالم الكم بعد الانفجـار العظـيم فلـولا التـضخم لكـان الكـون انهار مجددًا تحت تأثير جاذبيته، ونظرية التضخم أيضًا تحل بدقة لغزين كونيين مستعصيين آخـرين هـما- مشكلة التسطح ومشكلة الأفق.

تقدم نظرية التضخم-علاوة على ما سبق- طريقـة لتفـسير كيفيـة النـشأة الأولى للبنـى المختلفـة مثـل المجرات فهـي تقـول أن التمـدد الـسريع أدي إلى تكبـير تقلبـات الكثافـة التـي ولـدها مبـدأ عـدم التأكد الكمي إلى مقادير فيزيائية فلكية وأن هـذا قد شكل البذور التي نمـت حولهـا المجـرات فـيما بعد، وفي الواقع، نمط التقلبات المرصود في إشـعاع الخلفية الكونية الميكـروي التـي رصـدتها الأقـمار الصناعية تبدو متوافقة توافقًا جيـدًا مـع تنبـؤات نظرية التضخم.



مشكلة التسطح

عندما وضع عالم الفيزياء بمعهد ماساتـشوستس للتكنولوچيـا (MIT) الآن جـوث عـام 1980 التـضخم في الاعتبار ظهرت مشكلتان في نظرية الانفجار العظيم أرقتا المنظـرين لمـدة طويلـة. المـشكلة الأولى هــي التسطح. ببساطة، تبين قياسات الكون الفيزيائية الفلكية المقلقة للكون في الوقت الحاضر أن الفـضاء - على أوسع نطاق- مسطح، وهو أمر مثير للدهشة إذا علم أن نظرية النسبية العامـة - أفـضل نظرياتنـا عن المكان والزمان- تتيح جميع الانحناءات المختلفة. ولم تتمكن نظريـة الانفجـار العظـيم مـن تفـسير هذا التسطح

أما نظرية التضخم فقد حلت تلك المشكلة عن طريق افتراض أن حجم الكون هائل لدرجة يمكن معهـا إهمال الانحناءات. تخيل أنك تقف على قمة كرة شاطئ- يكون الانحناء ظاهرًا عندما تحـاول الحفـاظ على توازنك، أما إذا تم تكبير الكرة إلى حجم الأرض-كما تخبرنا خبراتنـا اليوميـة- سـيبدو الجـزء الـصغير الذي تقف عليه من الكرة مسطحًا.

مشكلة الأفق

هناك خلل كبير آخر في نظرية الانفجار العظيم أوضحته أيضًا نظرية التضخم- أنهـا مـشكلة الأفـق: لمـاذا تظهر جوانب الكون المتقابلة متماثلة تقريبًا ؟ حقًا، الكوكبات الموجـودة في الجوانـب المتقابلـة للـسماء مختلفة كما أن هناك مجرات مختلفة وعناقيد تمتد من أحد أطراف السماء إلى الطرف الأخر، لكن لـيس هناك فروقات نوعية كبيرة، مثلًا، لا نرى نصف السماء ساطعًا مستعرًا ونصفها الآخر مظلمًا حالكًا، وليس هناك سبب لحدوث ذلك. أن أبعد ما يمكننا رؤيته -أفقنا الكوني- حوالي 46.5 مليار سنة ضوئية، وبالتالي فإن الجوانب المتقابلة من السماء تبعد عن بعضها البعض 93 سنة ضوئية، وحتى بالتحرك بـسرعة الـضوء لن يكون هناك زمن منذ بدأ الكون- منذ 13.7 مليار سنة- يمكن لجانبي الـسماء فيـه أن يتلامـسا، وقـد التفت نظرية التضخم حول ذلك عن طريق جعل حجم الكون صغير جدا أصغر بكثير مما كان عليه في نموذج الانفجار الكبير القياسي، وبالتالي يتوفر لدى محتـوى المـادة الوقـت لتنمـيط الاختلافـات قبـل أن يؤدي التضخم إلى وصول الكون للحجم الذي نراه عليه الآن.

التضخم الفوضوي

إحدى مشكلات نظرية التضخم هي تفسير كيفية حدوثه في المقام الأول-لابد أن تكون ظروف حـدوث ذلك مناسبة- وهناك نسخة من النظرية درسها عالم الفيزياء آندري لينـدي تـسمى التـضخم الفوضـوي وهي تعرض آلية طبيعية لحـدوث ذلـك، فقـد افـترض لينـدي أن الكـون كـان في بدايتـه مبـاشرة بعـد الانفجار العظيم عبارة عن تشابك فوضوي ثاثر مـن التقلبـات الكميـة- جـسيمات افتراضـية- وكـل مـا احتاجته- من وجهة نظر ليندي-هو أن تصبح الظروف في أحد الأركان الصغيرة لهذا التـشابك مـساعدة على التضخم ليتمكن هذا الركن الضئيل من النمو بسرعة ليشغل حجم الكون.

واستمر ليندي في اقتراح أن هذه العملية لازالت قائمة حتى الآن لكن على بعـد شاسـع-بفـضل التمـدد التضخمي لفقاعة كوننا المحلية- لدرجة تجعلنا لا نراه. وإذا كان ليندي على صـواب فـإن هنـاك أكـوان جديدة تتفرع من كوننا باستمرار في عملية أطلق عليها ليندي اسم "التضخم الخارجي".

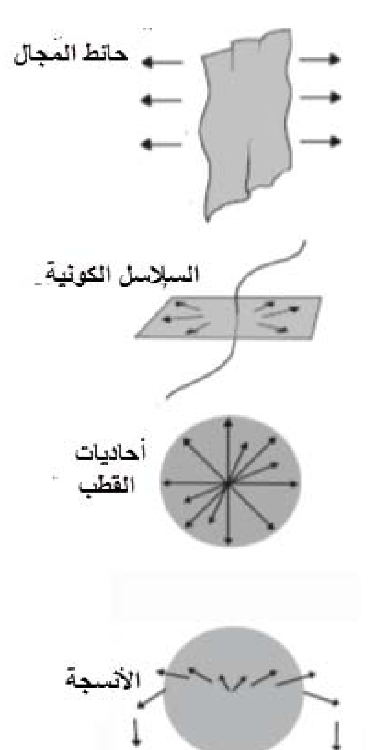
حياة الكون

قد يكون انهيـار النجـوم متحولـة إلى ثقـوب سـوداء سـببًا في نـشأة أكـوان أخـرى مـن كوننـا، فإحـدى النظريات تقول أن الثقوب السوداء تشكل جسورًا تشبه جحر الدودة إلى هذه النطاقات الجديدة، وقد أشار عالم الفيزياء النظرية الأمريكي لي سمولين أن إنتاج أكوان جديـدة ينـاظر التكـاثر البيولـوجي، وأن الأجيال المتوالدة من الأكوان قد تتطور وفقًا لنسخة كونية ما من قانون الانتخـاب الطبيعـي لـداروين، وكل كون جديد-مثله كمثل الكائنات الحيـة-يحمـل سـمات معينـة -مثـل التـسطح، ومعـدل التمـدد-متحورة قليلًا عن سمات الكـون الأب، وكـما في التطـور عنـد دارويـن لا تنجـو إلا العـوالم التـي تحمـل السمات الأكثر ملاءمة.

العيوب الكونية

تشكل عقد الطاقـة الملتويـة التـي خلفهـا الانفجـار الكبـير، والـسلاسل الكونيـة، وأحاديـات القطب، والأنسجة، وحوائط المجـال عائلـة مـن الأجـرام الغريبـة في الفـضاء والتـي أطلـق

عليها العلماء اسم" العيوب الكونية"، وقد اقترح توم كيبل من كلية لنـدن الإمبراطوريـة هـذه العيـوب للمرة الأولى في السبعينيات: حيث أوضح أنها توابع للكسر التلقائي المتناظر في الكـون وهـي توابـع لا يمكـن تجنبها، فيمكن تخيل الكون الموحد المتناظر على إنه بلورة من الإبر تستوي جميعًا على أطرافها؛ الكسر المتناظر يناظر ما يحدث عندما تبدأ الإبر في الـسقوط بـشكل حتمـي. لـيس هنـاك سـبب يجعـل جميـع الإبـر -بـشكل حاسـم-تـسقط في نفـس الاتجـاه- ستـسقط مشيرة إلى نفس الاتجاه في بعض المنطـاق بيـنما في منـاطق أخـرى ستسقط مشيرة إلى اتجاهات مختلفة تمامًا.



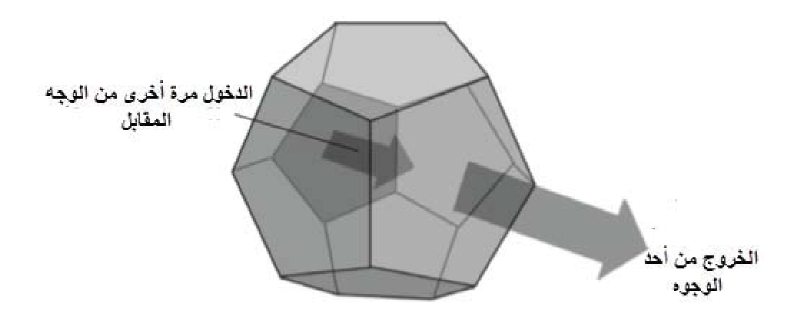
أبسط نوع من العيوب الكونية يتكون حيـث تتلاقـى منطقتـان سـقطت إبـرهما بطريقـة مختلفـة- هـو مـستوى ثنـائي الأبعـاد يعرف باسم حائط المجال- أما العيـب المعـروف باسـم"السلـسة الكونية" فينشأ من تلاقي ثلاث مناطق أو أكثر بحيث تشير الإبر إلى الخارج من خط مركزي يكون بمثابة قلب. أما إذا كانت الإبر تشير إلى الخارج في أبعاد ثلاثية تحدد نقطة على شائكة الشكل يطلق على العيب الكوني اسـم "أحـادي القطب، أما أكثر العيوب الكونية تعقيدًا فهو العنصر المجرد المعروف ب"االنسيج" والذي يتكون عندما تشير جميع الإبر إلى الخارج في أربعة اتجاهات.

الأكوان متعددة الاتصال

تخيل أن بإمكانك السفر في الفضاء بعيدًا جدًا لدرجة أنـك عـدت إلى المكـان الـذي بـدأت منـه. أبلـت نظرية النسبية العامة لآينشتاين بـلاءً حـسنًا في تفـسير سـلوك مـا يجـاور كوننـا ولكنهـا لا تقـول شـيئًا بخصوص الشكل الكلي أو طوبولوچيا الفضاء، فهل الكون لوح مسطح غير نهائي، أم كرة مغلقة، أم تارة دائرية الشكل، أم شيء أكثر غرابة من ذلك؟

يطلـق علـماء الرياضـيات عـلى الأكـوان الحلزونيـة اسـم "متعـددة الاتـصال". عـام 2003 أجـرى

مجموعة علماء تحت قيادة چون پيير لومنيه في مرصد بإيريس-ميدون في فرنسا دراسة لإشعاع الخلفية الكونية الميكروي، وقد وجدوا أنماطًا للإشعاع تشير إلى أن الفضاء قد تكون له بنية ملتفة معقدة مبنيـة على مضلع ذي إثني عشر ضلعًا يسمى "اثنا عشري سطوح"، فإذا غادرته منه من أحد جوانبه فستدخل مجددًا خلال الوجه المقابل. لازال علماء الفلك في انتظار مجسات فضائية لوضع خرائط جديـدة وأكـثر دقة للخلفية الميكروية لاختبار هذه الفكرة بمزيد من التمحيص.



علم الكون الكمي

استنادًا إلى نظرية النسبية العامة، فإن الانفجار العظيم الذي ولد كوننا من خلاله لابد أن يكون قد بدأ من تفرد جاذب للغاية، أي نقطة منعدمة الحجم ولا نهائية الكثافة، وكما هو الحـال في فيزيـاء الثقـب الأسود يرى العلماء أن وجـود التفـرد الجـاذب للغايـة هـو دليـل عـلى انهيـار نظريـة النـسبية العامـة الكلاسيكية- فهي لا تقدم تفسيرًا مقبولًا للحظات الكون الأولى- وأننـا نحتـاج إلى النظـر للجاذبيـة مـن ناحية كمية.

علم الكون الكمي هو محاولة نحو ذلك، وقد تـم اقتراحـه أول مـرة في الثمانينـات. النظريـات الأخـرى للجاذبية الكمية تأخذ نظامًا كميًا موجودًا (مثل الجسيمات الفيزيائية) وتحاول تأسيس الجاذبية داخله بينما علم الكون الكمي يعمل في الاتجاه المعاكس لذلك؛ فهو يقوم بتكمـيم منحنيـات نظريـة النـسبية العامة المكانية والزمانية الموجودة نفسها. تجعل الصياغة حساب الاحتمالات الكميـة للأنـواع المختلفـة من الأكوان التي تنبثق إلى الوجود من العدم ممكنًا، لكن إخضاع النظرية إلى اختبارات علميـة صـارمة سيتطلب معلومات فيزيائية فلكية على مستوى أفضل من تلك البيانات المتاحة حاليًا.

متعدد الأكوان

لطالما كانت الأكوان المتوازية موضوعًا رئيسيًا تتناوله قصص الخيال العلمي لكن عـام 1957 اقـترح عـالم الفيزياء هوج إيفرت فلسفة جديدة لنظرية الكم تعرف باسم" تفسير العوالم المتعددة" أدت إلى جلـب الأكوان المتوازية إلى عالم الواقع. وإذا كان ذلك صحيحًا فإن ذلـك يعنـي أن كوننـا مجـرد أحـد الأكـوان ضمن شبكة مترامية الأطراف من أكوان عديدة أخرى تعرف باسم متعـدد الأكـوان. في متعـدد الأكـوان هناك أكوان تضم كل التصورات الممكنة - أكوان لست موجودًا فيها، أو أكوان تكون فيها قد ألفت هذا الكتاب أو حتى أكوان كنت فيها إمبراطورًا لبولندا.

استحوذ على تفكير العلماء إمكانية وجود أكوان موازية تكون فيها القوانين الفيزيائية مختلفة جذريًا بحيث تكون الجاذبية والتفاعلات بين الجسيمات دون الذرية لها أشكال مختلفة تمامًا.

الكون الهولوجرامي

ماذا لو كان الكون كله مجرد هولوجرام، أي إسـقاط ثـلاثي الأبعـاد لأحـداث تحـدث عـلى سـطح ثنـائي الأبعاد تمامًا مثل الهولوجرام على بطاقة ائتمانك؟ تلك هي المقدمة الأساسية للمبدأ الهولوجرامي" الذي صيغ في بداية الأمر ردًا على مشكلة الثقوب السوداء في الفيزياء، وهو بالتحديد أن المعلومـات المخزنـة على جسم يسقط في ثقب أسود تبدو وكأنها تدمر- وهو شيء يختلف مع قـوانين نظريـة المعلومـات-. يقول المبدأ الهولوجرامي أن هذه المعلومات لا تسقط بل تبقى معلقة في أفق حدث الثقب.

لكن بعد ذلك أدرك علماء الفيزياء إنه إذا كان محتوى معلومات الثقب مشفرًا على أفقه فإن هذا لابد أن يكون صحيحًا للكون أيضًا وهو محدود بأفقه الكوني الخاص. قـد يكـون مـن الممكـن اختبـار هـذه الفكرة؛ الفضاء في الكون الهولوجرامي يجب أن يكون له بنية خشنة غير مصقولة غير معتادة مما يجعل قياس التفاصيل الصغيرة مستحيلًا. في عام 2007 اكتشف علماء باستخدام تجربة الموجات الجاذبـة لجهـاز جيو 600 (the GEO600 gravitational wave experiment) في ألمانيا علامـات مـترددة لتلـك البنـى الخـشنة لكن لازالوا في حاجة إلى المزيد من البيانات.

الكون الملتهب

في نظرية الانفجار العظيم القياسي، لا معنى للحديث عما يسبق نشأة كوننا؛ لأن الانفجار العظـيم هـو بداية ليس فقط المادة جميعها بل أيـضًا بدايـة المكـان والزمـان، فالتـساؤل عـما حـدث قبـل الانفجـار العظيم يشبه التساؤل عما يقع شمال القطب الشمالي الأرضي، لكن النظرية التي درسها فـيما بعـد عالمـا الفيزياء نيل توروك وبول ستنهاردت غيرت ذلك، وسميت هذه النظرية باسم "الكون الملتهب"(نـسبة إلى كلمة لهب باللغة الإغريقية)، وهـي تتخيـل الزمكـان ربـاعي الأبعـاد لكوننـا كورقـة تـشبه الغـشاء تقـع في فضاء فوقي له بعد إضافي خامس وعلى بُعد مسافة صغيرة في البعد الخامس يقع غشاء آخر يـصطدم معه الغشاء الخاص بنـا دوريًـا، وكـل تـصادم يـشعل مـا نـسميه نحـن انفجـارًا عظـيمًا. وتتكـرر هـذه الدورة كل 30 مليار سنة وبالتالي هناك تتابع لا نهائي من الانفجـارات العظيمـة ممتـد مـن المـاضي إلى المستقبل.

النموذج الملتهب محفز بواسطة أفكار من نظرية الأوتار تعرض آليتها الخاصة في البنى المكونـة للكـون مثل المجرات والعناقيد مما يجعل نظرية الكون الملتهب في تحدي أمام نظرية التضخم.

علم الكونيات

معضلة أولبرز

ألق نظرة للخارج في ليلة صافية وسترى عددًا قليلًا من النجوم وخلفها سماء مظلمة، وإذا كان الكون لا نهائي فمهما كان الاتجاه الذي تنظر منه فحتما سيقع خط بصرك في نهاية المطاف على النجم مما يعني أن سماء الليل لابد أن تكون كتلة مستعرة مضاءة بالنجوم، وقد ألقى عالم الفلك الألماني هينريك أولـبرز الضوء هذا التناقض الواضح في القرن الثامن عشر فيما يعرف بمفارقة أولبرز

وقد حل هذه المفارقة مزيج من عاملين. أولًا، ولد كوننا منذ عدد سنين محـدد مـما يعنـي أن الضوء المنبعث من عدد محدد فقط من النجوم - وهي تلك التي تقع في أفقنـا الكـوني - يمتلك الوقت الكافي ليصل إلينـا. واكتـشاف قـانون هابـل وتمـدد الكـون في العـشرينيات

أضاف التفافًا جديدًا، فالتمدد ينشر الضوء للخارج أثناء محاولته اجتياز المسافات الكونية مما يؤدي إلى تقليل طاقته ويجعل النجوم والمجرات البعيدة أكثر خفوتًا مما تكون عليه عادة.

المبدأ الكوني

علم الكونيات علم غريب؛ فمن نقطة مراقبة واحدة في الفضاء نحاول كشف عمل الكون بأكمله، لقد أخذنا ما هو مكافيء للقطة واحدة - بضع قرون من الرصد مقارنة مليارات السنين من التطور الكوني - لنحاول تجميع تاريخ الكون بأكمله والتنبؤ بمستقبله، وفي الحقيقة، علم الكونيات سيكون مستحيلًا لولا بعض الفرضيات التي وضعناها وأهم هذه الفرضيات هو المبدأ الكوني، وهو يقول أن الكون-على النطاق الواسع- متجانس وموزع توزيعًا متساويًا. متجانس يعني إنه له نفس الخواص في جميع نقاط الفضاء، أما (موزع توزيعًا متساويًا) فتعني إنه له نفس الشكل في جميع الاتجاهات. ويرتبط المبدأ الكوني ارتباطًا وثيقًا بمبدأ كوبرنيكوس الذي ينص على أن الأرض لا تشغل موقعًا مميزًا في الفضاء-نظرتنا للكون تقليدية.

قانون هابل

نظرية النسبية العامة لآينشتاين تنبأت تنبؤًا مذهلًا: الفضاء يتمدد، ووجد آينشتاين ذلك غير مستساغ وبدلًا من أن يعلن عن تلك النتائج لعلماء الفلك ليتناولوها بالبحث والدراسة قام بتلفيق معادلاته لإزالة ذلك التأثير، لكن عام 1929 وجد عالم الفلك الأمريكي إيدوين هابل ومساعده ميلتون هامسون دليلاً على أن الفضاء حقًا يتمدد، وقد جمعا ملاحظات عديدة من طيف المجرات البعيدة-أي كيفية تغير سطوع ضوء المجرة مع تغير طوله الموجي. يمكن أن تكون المجرة متحركة نحو المراقب أو مبتعدة عنه وهذا يؤدي إلى تغير الطول الموجي للضوء بسبب تأثير دوبلر. يمكن للقياسات الفلكية - في تحليل طيفي معين- الكشف عن سرعة حركة المجرات، وقد وجد هابل وهامسون أن معظمها ينحسر- ضؤوها يتحول إلى اللون الأحمر ويتحرك نحو اللون الأحمر الأكبر في الطول الموجي في نهاية الطيف، وبالتركيز على المجرات معلومة المسافات، وجدا أن سرعة

الانحسار تزداد بزيادة المسافة؛ كانت سرعة المجرة تحسب عن طريق ضرب سرعتها في عدد ثابت عرف منذ ذلك الحين باسم ثابت هابل، وقد كان ذلك دليلًا دامغًا على التمدد الكوني الذي تنبأ به آينـشتاين، ولكنه أهمله.

التمدد الكوني

على الرغم من أن عالم الفلك إيدوين هابل كان على المسار الصحيح عندما حسب سرعات انحسار المجرات استنادًا على تاثير دوبلر للنظرية الموجية إلا أن هناك تفسيرات آلية فيزيائية أعمق وراء ملاحظاته، إنه التمدد الذي تسبب في نشأة قانون هابل تخيل الفضاء وكأنه بالون منفوخ. ارسم نقاطًا على سطح بالون وراقب مواضع النقاط أثناء نفخك للبالون وستجد أن جميع النقاط تتحرك مبتعدة عن بعضها البعض كلما كبر حجم البالون وأن بالنسبة للبالونات التي تتمدد تمددًا ثابتًا تزداد سرعة تباعد أي نقطتين عن بعضهما البعض بزيادة المسافة الفاصلة بينهما- تمامًا كما تنبأ هابل.

يعمل التمدد الكوني على إزاحة الضوء القادم من المجرات البعيدة إلى أطوال موجية أكبر- وهو مايسمى تأثير الإزاحة الحمراء إلا أن ذلك يختلف قليلًا عن الإزاحة الحمراء التي ينتجها تأثير دوبلر، فالإزاحة الحمراء الكونية يسببها تمدد الفضاء الذي يمدد الضوء إلى أطوال موجية أكبر وأكثر حمرة.

المادة السوداء

تحتوي المجرات على أكثر مما يُرى منها- إنه جوهر المادة السوداء. وتقول النظرية أن هناك مجالًا من مادة غير مرئية يتخلل الفضاء، والأدهي من ذلك أن هذه "المادة المظلمة" تزن خمسة أضعاف المادة المرئية للكون كله مجتمعة. لقد

استشعر علماء الفلك المادة السوداء للمرة الأولى في الثلاثينيات على هيئة تناقضات بـين الكتلـة المرئيـة في عناقيد المجرات والكتلة التجاذبية المستدل عليها من حركة المجرات المكونة لها، وقد تبع ذلك ظهور دليل أوضح في السبعينيات عندما بدأ علماء الفلك في قيـاس "منحنيـات الـدوران" للمجـرات الحلزونيـة، وهي رسوم بيانية توضح العلاقة بين السرعة المدارية للنجوم في المجرة، وبعدهم عن مركز المجرة، وقـد تنبأ قانون كيپلر بأن المجرات التي تتركز كتلتها في المركز تقل سرعتها تدريجيًا حتى تصل إلى الصفر كلما تحركت مبتعدًا عن المركز، لكن علماء الفلك وجدوا أن بمجـرد الابتعـاد عـن انتفـاخ مركـز المجـرة فـإن السرعة المدارية تثبت تقريبًا. وأحد طرق تفسير هذه المشكلة هو أن المجرة إذا كانت مضمنة في هالـة من مادة مخفية. وعلى الرغم من وجود أدلـة فلكيـة كثـيرة إلا أننـا نحتـاج اكتـشاف جـسيمات المـادة السوداء مفردة تجريبيًا

الطاقة السوداء

عندما اكتشف المسكين آلبرت آينشتاين أن لنظرية النسبية العامة تتنبأ بأن الكون لابد أن تمدد، أضـاف ما يسمى "الثابت الكوني" للصيغ الرياضية للنظرية لإلغاء تأثير التمـدد، لكـن عنـدما اكتـشف إيـدوين هابل التمدد الكوني، أزال آينشتاين على الفور الثابت الكوني من معادلاته مشيرًا إليه على إنه أكبر خطأ فادح في حياته. وتشير الملاحظات الفلكية الآن إلى أن الثابت الكوني-على الرغم من ذلـك - موجـود لكنـه متجسد في اسم "الطاقة السوداء"، ويعتقد الآن إنه يعمل في الاتجاه المعاكس- تسريع تمـدد الكـون بـدلًا من إبطائه.، وقد لاحظ التأثير التسارعي للطاقة السوداء لأول مـرة في أواخـر التـسعينيات علـماء فلـك كانوا يقومون بقياس الإزاحات الحمراء لانفجار مستعر عظيم في إحدى المجرات البعيدة.

تشير آخر بيانات تجريبية من مـسبار ويلكينـسون لقيـاس اخـتلاف الموجـات الراديويـة إلى أن الطاقـة السوداء تمثل 74% من كتلة الكون، وأن المادة السوداء تمثل 22%، وأخيرًا أن الذرات العادية تمثل 4%

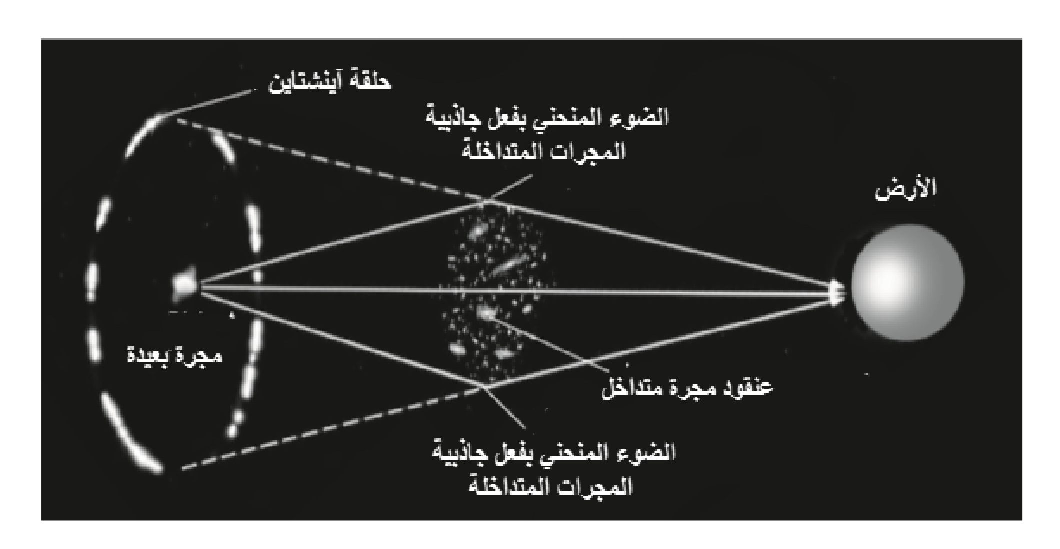
عناقيد المجرات

لا تميل المجرات إلى العيش منفردة-تمامًا مثل النجوم، فهي تتواجد ضمن تجمعات تُعرف باسم عناقيـد المجرات التي يصل اتساعها إلى ملايين السنين الضوئية، وهي موطن لما يزيد عن 1000 مجرة. يعتقـد أن العناقيد الصغرى قد اندمجت معًا لتكوين العناقيد الكبرى-يتم تكون العناقيد خلال عمليـة تـصاعدية بدلًا من الإطار التنازلي، وتتجمع العناقيد معًا مكونة "عناقيد عظيمة"تمتد مئات ملايين السنين الضوئية وتشكل ألواحًا وخيوطًا من المادة تحيط بالفراغات الشاسعة.

مجرة درب التبانة هي أحد أعضاء عنقود مجرة تعرف بالمجموعة المحلية،وهناك عناقيد أخـرى قريبـة منا، ومنها الجاذب الأعظم- تركيز غير مرئي من الكتلة يقع في كوكبة سنتروس التي تسحب درب التبانة في اتجاهها بسرعة 600 كم/ث(350 ميل/ث). أما مجموعتنا المحليـة فهـي جـزء مـن "العنقـود العظـيم المحلي" الذي يضم أيضًا عنقودي فيرجو وكوكبة الدب الأكبر المجاورين.

التعدس الجاذب

يمكن للضوء القادم من المجرات البعيدة أن ينحني بفعل جاذبية عناقيد المجرات المتداخلة وهذا يشبه إلى حد كبير انحناء ضوء النجوم حول الشمس- الذي قدم أول اختبار تجريبي لنظرية النسبية العامـة خـلال خـسوف شمسي عام 1919، ويمكن لهذا التأثير أن يقوم بتضخيم الضوء القادم من المجرات البعيدة، ولهذا السبب تعـرف هذه العملية بالتعدس الجاذب (gravitational lensing). ففي الأبعاد الثنائية، يسبب هـذا التـأثير انحنـاء الـضوء القادم من المجرات البعيدة بحيث يرى المراقب نسختين لصورة معكوسة (انظر الشكل)، أما في الأبعاد الثلاثية لكوننا الحقيقي فيقوم عنقود المجرة المصطف بين المراقب ومجرة بعيدة بتنظيم الضوء القادم من هذه المجرة على شكل حلقة تامة حولها، ويعرف مثل هذا الاصطفاف باسم "حلقة آينشتاين" وقـد اكتـشفت أولاهـا عام 1998. للتعدس الجاذب مثيل أصغر منه يعروف بالتعدس الميكروي يستخدم في الكشف عـن الأجـرام السوداء صغيرة الكتلة (مثل الكواكب الخارجية أو الأقزام البنية) عن طريق ومـضة الـضوء التـي تـسببها هـذه الأجرام في ضوء النجم الواقع خلفها.



نهاية الكون

كيف سينهي كوننا حياته في نهاية المطاف؟ لن يحدث ذلك قبل ملايين عديدة من السنين، لكـن هنـاك عددًا من السيناريوهات المحتملة وضعت في الاعتبار. إذا أصبحت كثافة المادة أعلى مـن قيمـة حرجـة معينة فإن جاذبيتها ستكون كافية في يوم ما لإيقاف التمدد الكوني وجعل الفضاء يـنكمش عـلى نفـسه مجددًا في عملية كارثية مضادة للانفجار العظيم اسماها علماء الكون "الانسحاق العظيم". ومن ناحيـة أخرى، إذا أصبحت كثافة الكون أقل من تلك النقطـة الحرجـة فلـن ينهـار مجـددًا أبـدًا بـل أن تمـدده سيستمر إلى الأبد، وفي نهاية المطاف سينفد وقود النجوم وستموت، وستتحلل جسيمات المادة ويـتلاشى الكون إلى العدم،ويطلق على ذلك أحيانا اسم "سيناريو الموت الحراري"؛ فطبقًا لقوانين انتقـال الحـرارة يكون الكون بذلك قد وصل إلى حالة من الاتزان الحراري وبالتالي لا يمكن بذل شغل مفيد-بمـا في ذلـك تحول الكتلة إلى طاقة داخـل النجـوم. يبـدو سـيناريو المـوت الحـراري محـتملًا بـسبب وجـود الطاقـة السوداء التي تساعد التمدد الكوني على إكمال مسيرته، لكن الطاقة الـسوداء تفـسح المجـال لاحتماليـة ثالثة-فإذا كانت الطاقة السوداء فعالة بما يكفي لتتحول إلى صورة يطلق عليها "الطاقـة الخفيـة" فإنهـا ستتمكن في نهاية المطاف من تسريع التمدد الكوني إلى درجة تمزق الكون إربًا بكل مـا تحملـه الجملـة من معنى في سيناريو قاسٍ إلى حد ما يعرف باسم"التمزيق العظيم".

السفر في الفضاء

الصواريخ

الصواريخ الفضائية هي مظهر تقليدي لقانون نيوتن الثالث للحركة- وهو، لكل فعل رد فعل مساو لـه في المقدار ومضاد له في الاتجاه. فالصواريخ تعمل عن طريق تسريع أحجام كبيرة من غازات العـادم إلى سرعات عالية يكون رد الفعل عليها هو القوة التـي تـدفع الـصاروخ في الاتجـاه المعـاكس. الـدفع عـلى سطح الأرض سهل لأن هناك دائمًا شيئًا ما تدفعه المركبة في الاتجاه المعاكس؛ فالقارب يدفع الماء- تدفع المروحة كتلة من الماء إلى الخلف فيكون رد الفعل عليها قوة تسرع حركـة القـارب إلى الأمـام. لكـن في فراغ الفضاء لا يوجد شيء؛ أي أن مركبة الفضاء لابد أن تحمل معهـا "كتلـة رد الفعـل" التـي سـتدفعها وتسمى دافع الصاروخ، وهو ينقـسم إلى جـزأين- الوقـود بالإضـافة إلى المـادة المؤكـسدة، وهـي مـادة تحتوى على الأكسچين المطلوب لحدوث الإحتراق، فعـلى سـطح الأرض، هنـاك وفـرة مـن الأكـسچين في الغلاف الجوى، أما في الفضاء عليك أن تعتمد على نفسك وتأخذ ما تحتاجه من الأكسچين.

مدار الأرض

إحدى أول الرحلات إلى الفضاء كانت فيما يسمى مسارات شبه دائرية، أي أن مسارات الرحلات كانـت عبارة عن أقواس عملاقـة في الـسماء- في الأسـاس عبـارة عـن نـسخة مكـبرة مـن قـذف كـرة في الهـواء ومراقبتها أثناء عودتها إلى سطح الارض. وقام الآن شيبارد عام 1961 بأول رحلة فضاء بـشرية في أمريكـا وكانت عبارة عن رحلة في مدار شبه دائري استغرقت 15 دقيقة وهبطت بآلان على بعـد 480 كـم (300 ميل) من موقع انطلاقه.

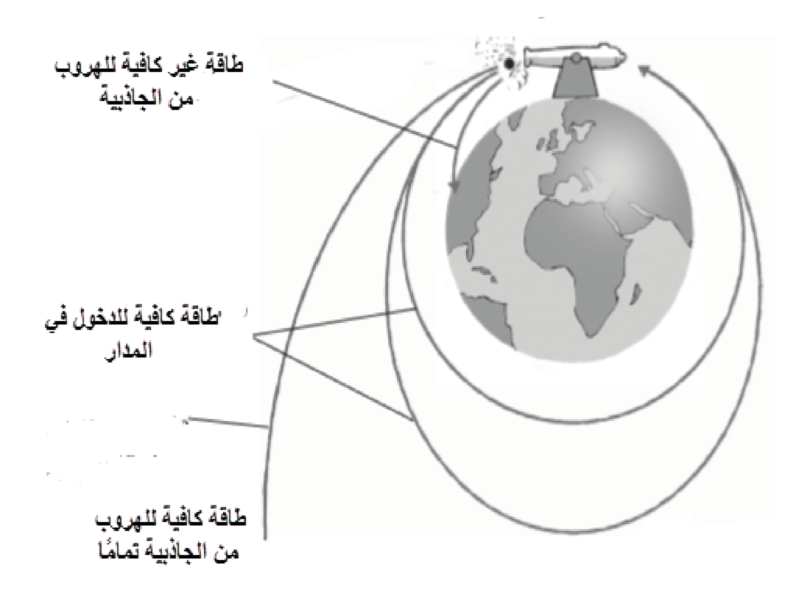
يتطلب وضع صاروخ في مدار حول الأرض طاقة أكبر بكثير من تلك التي يحتاجها الـصعود والهبوط السريع لرحلة في مـسار شـبه دائـري، فالمـدار هـو سـمة خاصـة للجاذبيـة يقـوم فيهـا الـسحب الجـاذب للكوكـب بتـوفير القـوة الطـاردة المركزيـة اللازمـة لإبقـاء دوران مركبة الفضاء حولـه. وتحتـاج الـصواريخ إلى الوصـول إلى سرعـة عاليـة جـدًا للوصـول إلى

مدار الأرض، عادة حوالي 28000كم/س(1700 ميل في الساعة) مما يجعل الرحلات المدارية بطبيعتها أكثر خطورة، فعند دخول المركبة إلى الغلاف الجوي بهـذه الـسرعة تتولـد حـرارة تـصل إلى آلاف الـدرجات المئوية، مما يعنى أن المركبة تحتاج عوازل حرارية عالية الكفاءة حتـى لا تحـترق، وكـان الـروسي يـوري جاجارين أول إنسان يدور حول الأرض في إبريل عام 1961م.

سرعة الهروب

أحيانًا تحتاج البعثات الفضائية إلى إرسال مركبة فضائية إلى ماهو أبعد مـن الـرحلات شـبه المداريـة أو الدوران حول الأرض- تجاوز جاذبية كوكبنا تمامًا، ويمكن للعلماء استخدام قوانين جاذبية نيوتن لحساب السرعة اللازمة للصاروخ لفعل ذلك، وهي بالنسبة للأرض تساوي 40000 كم/س (25000 ميل في الساعة) وتُعرف باسم سرعة الهروب من الأرض. أما القمر فالخروج منه أسهل من الخروج من الأرض بسبب أن جاذبيته أقل منها- سرعة الهروب من القمر 8600 كم/س (5300 ميل في الساعة) فقط.

سرعة الهروب من الأرض كافية لإطلاق صاروخ في رحلة إلى الكواكب لكن الشروع في رحلـة إلى النجـوم سيتطلب سفينة يمكنها التحرك أسرع من ذلك- لأنهـا سـتحتاج أن تبقـى بعيـدة عـن جاذبيـة الـشمس أيضًا. جاذبية الشمس عند مسافة مدار الأرض-حمدًا لله- ليست قوية بقدر قوتها عند مسافات أقـرب، لكن مركبة الفضاء التي هربت بالفعل من جاذبية الأرض لا تزال في حاجة إلى سرعـة إضـافية مقـدارها 150000 كم/س(93000 ميل في الساعة).



الأقمار الصناعية

الأقمار الصناعية هي مركبات فضائية من صنع الإنسان تدور حول الأرض، وكان أولها القمر الصناعي الروسي سپوتنيك1 الذي أطلق عام 1957 والذي قام ب 1440 لفة حول الأرض قبل أن يحترق في الغلاف الجوي في بدايات عام 1958. معظم الأقمار الصناعية تكون غير مزودة بأطقم عمل بشرية بل تؤدي وظائف يتم التحكم فيها عن بعد في الفضاء مثل رصد الأرض، والفلك، وإرسال إشارات ملاحية (مثل أقمار نظام التموضع العالمي (GPS والعمل كمنصات اتصال، لكن هناك عددًت قليلاً من الأقمار يزود بأطقم عمل بشرية؛ في وقتنا الحاضر لا يوجد قاعدة مأهولة بالبشر في مدار الأرض بشكل دائم سوى محطة الفضاء الدولية (ISS)، وهي أكبر قمر صناعي يدور حول الأرض حتى الآن، ويزيد عرضها عن 100 متر (325 قدمًا)، وهي منصة علمية لدراسة تأثيرات الفضاء على جسم الإنسان ولإجراء أبحاث أخرى في بيئة منعدمة الجاذبية- والتي لا يمكن إجراؤها على سطح الأرض.

السياحة الفضائية

السياحة الفضائية متاحة الآن من خلال تأجير مركبات فضائية للذهاب إلى الآفاق العليا- صواريخ فضائية محملة بسياح يدفع كل منهم مئات الآلاف من الدولارات ليجرب

تشويق الفضاء الخارجي. الشركة الرائدة في السياحة الفـضائية هـي شركـة فـيرچن جالاكتيـك لمؤسـسها البريطاني ريتشارد برانسون والتي تعتزم تقديم رحلات شبه مدارية إلى الفضاء على متن مركبـة فـضائية ذات أجنحة تهبط إلى الأرض من خلال مدارج الطائرات التقليدية. تكلفة التـذكرة 200000 دولار للفـرد إلا إنه من المتوقع لهذا السعر الضخم أن ينخفض كثيرًا خلال العقود القادمـة. تعـد مـشاريع الـسياحة الفضائية المستقبلية بـرحلات مداريـة وربمـا تـوفير فـرص لإقامـات ممتـدة لأيـام أو أسـابيع في فنـادق فضائية- تدور حول الأرض أو حتى القمر.

مدار كلارك

يعتمد الوقت الذي يستغرقه جسم يدور حول الأرض في إتمام دورة واحدة حول الكوكـب عـلى ارتفـاع المدار. مدار الأرض المنخفض قريب نسبيًا مـن الكوكـب ودورتـه تـساوي 90 دقيقـة لكـن هـذه الفـترة الزمنية تزداد كلما تحرك إلى الخارج إلى أن تصل إلى نقطة تكون فيها الفـترة المداريـة مـساوية للوقـت الذي تستغرقه الأرض في الدوران حول محورهـا؛ أي 24 سـاعة. القمـر الـصناعي الموضـوع في المـستوى الاستوائي للأرض عند هذا الارتفاع-35786 كم (22236 ميل)- سيظهر معلقًا في السماء فوق نفس النقطـة على سطح الأرض.

عام 1945 نشر كاتب خيال علمي مغمور يدعى آرثر سي كلارك مقالًا في المجلة البريطانية للإليكترونيات (Wireless World) أشار فيه إلى أن الأقمار التي تشغل هذه المدارات يمكن استخدامها في نشر الإشـارات الراديوية حول العالم. الآن هناك المئات من أقمار الاتصالات تلك تدور حول الأرض في مدارات "كلارك".

المسابير الكوكبية

لقد وضع عدد صغير من سفن الفضاء في مـدارات أجـرام أخـرى في المجموعـة الشمـسية. كان أول مسبار فضائي من صنع الإنسان يغادر مـدار الأرض هـو(لونـا)1 الـسوفيتي الـذي أطلق عام 1959 ومر بالقمر قبل دخول المدار حول الشمس،. وشـقيقته المركبـة (لونـا-10)

التي أطلقت عام 1966 كانت أول مركبة تدور حول القمـر. قـد يـستغرق الـدوران حـول كوكـب آخـر خمس سنوات أخرى لكنه تحقق لأول مرة عن طريق مركبـة فـضاء ناسـا (مـارينر 9) عـام 1971 عنـدما دارت في مدار المريخ وعادت بأول صور فوتوغرافية للكوكب الأحمر عن قرب.

هناك سفن فضائية أجرأ من ذلك- لم تقنع بمجرد الدوران حول الأجرام الأخرى بل هبطت على سطحها أيضًا. كانت مركبة (لونا 3) الروسية أول مركبة تهبط على سطح القمر عام 1959 على الرغم من أن ذلك كان اصطدامًا أكثر من كونه هبوطًا، أما (لونا 9) فقد قامت بأول هبوط هادئ عـلى سـطح القمـر عـام 1966- نفس العام الذي تحطمت فيه المركبة الروسية (ڤينيرا3) على سـطح كوكـب الزهـرة.، وقـد دارت مركبات فضائية في مدارات حول كوكبي المـشترى وزحـل وحلقـت فـوق أورانـوس ونبتـون وفي الوقـت نفسه تم القيام بهبوط مخطط على المريخ والزهرة وأحد أقمار زحل وهو تيتان.

المحركات الآيونية

أحد بدائل الصواريخ الذي قفز مؤخرًا من حيز التجـارب إلى حيـز التكنولوچيـا المثبتـة هـو الـدفع الآيوني. تعمل المحركات الآيونية بنفس المبدأ الأساسي للدفع الصاروخي- فهي تحمل الوقـود وتولِّـد الحركة عن طريق قذفه خلفها بأقصى سرعة، لكن في الوقت الذي تقوم فيـه الـصواريخ بـذلك عـن طريق إحتراق الوقود تقوم بـه المحركـات الآيونيـة عـن طريـق إعطـاء الوقـود شـحنة كهربيـة ثـم تسريعه باستخدام مجال كهربي. يبدو إخراج الوقود ذرة بذرة بهذه الطريقـة عمليـة بطيئـة جـدًا- وهي فعلًا بطيئة. فالمحركات الآيونية تحقق دفعًا ضئيلًا مما يعني أنها تستغرق أيامًا وأسـابيع مـن التشغيل المستمر للوصول إلى سرعة قصوى إلا أن ميزتها أنها تتمتع بكفاءة عالية جدًا؛ فكـل جـرام من الوقود في المحرك الآيوني يعطي دفعًا مـساويًا 20 مـرة الـدفع الـذي تعطيـه نفـس الكتلـة مـن الوقود الكيميائي القابل للإحتراق في النهاية.

الأشرعة الشمسية

الأشرعة الشمسية تمثل تكنولوجيا دفع مختلفة تمامًا عن الصواريخ. أنها صفائح مايلر فضية كبيرة والتي تقوم حرفيًا بالتطفل على الضوء القادم من الشمس. وكما أوضح آينشتاين عندما عمل على التأثير الكهروضوئي عام 1905، فالضوء ليس فقط موجة- يمكن أيضًا اعتباره جسيمات تعرف باسم الفوتونات، وضوء الشمس ملآن بفوتونات عالية الطاقة وتمامًا كما تصطدم جسيمات الهواء بأشرعة اليخت تهطل الفوتونات على الشراع الشمسي تنقل كمية التحرك التي تدفع الشراع. وضبط زاوية الشراع يمكن القائد من توجيهه، إمالة الشراع لتسريع السفينة وكذلك تغيير حجم مدارها حول الشمس.

البشر في الفضاء

في الستينيات غادر البشر الأرض أخيرًا. حلقنا أولًا خارج الغلاف الجوي، ثم قمنا بالدوران حول الأرض وأخيرًا عندما شارف العقد على الانتهاء ذهبنا إلى القمر، لكن منذ ذلك الحين لم يقم البشر نسبيًا بدفع استكشافات الفضاء المزودة بفرق عمل بشرية قدمًا. بعد القمر كانت الخطة هي الوصول إلى المريخ وهبوط أول فريق على سطحه قبل 1986، لكن اتضح أن الدفع بالبشر إلى هاوية الفضاء بين الكواكب أصعب مما كنا نظن؛ فقد أظهرت الدراسات أن الإشعاعات في الفضاء السحيق تشكل خطرًا مميتًا على رواد الفضاء، وأن إضافة دروع ثقيلة إلى مركبة الفضاء غير ممكنة التنفيذ؛ لأن ذلك من شأنه زيادة الوزن الذي يجب أن يرفع في الفضاء زيادة كبيرة، ومع ذلك توصل العلماء في مختبر رذرفورد آپليتون (Rutherford Appleton Laboratory) في إنجلترا إلى حل. معظم الإشعاعات الضارة في الفضاء تتكون من جسيمات مشحونة كهربيًا واعتقد فريق المختبر أن مركبة الفضاء يمكن أن تغلف بفقاعة مغناطيسية يمكنها صد هذا الخطر دون الذري، والأفضل من ذلك أن هذه المغناطيسات المطلوبة لعمل ذلك صغيرة وخفيفة بما يتناسب مع إطلاقها في الفضاء.

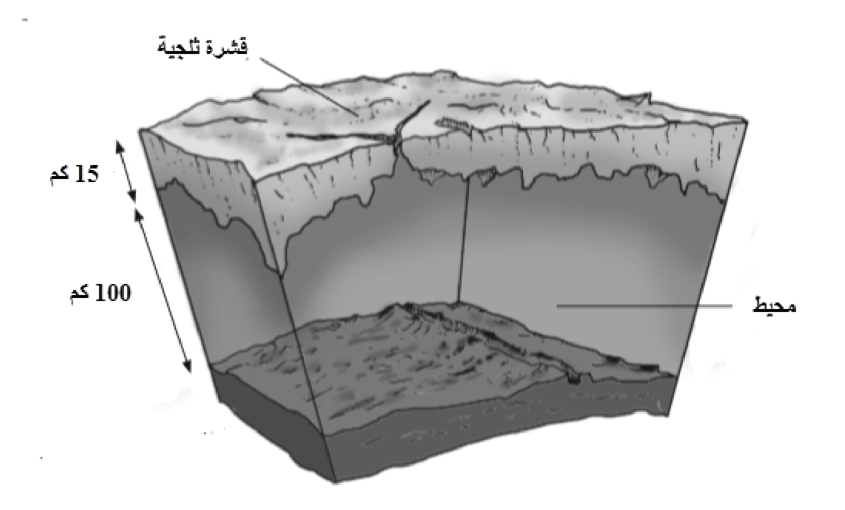
الحياة في الفضاء

ك.هـ.أ.ن (C.H.O.N)

الكربون، والهيدروچين، والأكسچين والنيتروچين هي العناصر التي تقوم عليها الحياة على الأرض واختصارها ك.هـ.أ.ن (C.H.O.N). ظهر الهيدروچين بكميات هائلة نتيجة للانفجار العظيم، أما الثلاثة عناصر الباقية فقد تشكلت في الأفران النووية داخل النجوم-ربط العناصر معًا لتكوين نواة ذرية أكبر تدريجيًا. وعندما تنهي النجوم حياتها في انفجار المستعر الأعظم تتشتت العناصر في الكون لتكون سحبًا في الفضاء بين النجمي والتي تنمو منها بعد ذلك أجيال مستقبلية من النجوم والكواكب. لقد أظهرت التجارب كيف يمكن لمركبات هذه العناصر الأربعة في الماء أن تخضع لشرارات كهربية لتكون أحماضًا أمينية- اللبنة الأساسية للحياة العضوية.

الحياة في المجموعة الشمسية

كوكب الأرض هو المكان الوحيد في المجموعة الشمسية الذي عثر فيه على حياة، مع ذلك يشك الكثير من العلماء إنه من الممكن اكتشاف حياة ميكروبية بدائية على كوكب المريخ، وقمر أوروبا التابع لكوكب المشترى. هناك عدد من الاكتشافات الحديثة على كوكب المريخ حدت بالعلماء إلى الاعتقاد بوجود حياة مختبئة في الأعماق - تم اكتشاف مياه جليدية هناك، كما أن الرصد المداري كشف عن وجود غاز الميثان في الغلاف الجوي للكوكب. الميثان الجوي تفككه سهل لذلك يشير اكتشافه إلى أن هناك مصدرًا موجودًا على كوكب المريخ، ويمكن أن يكون هذا المصدر بركانًا على الرغم من أن عدم وجود براكين نشطة في الكوكب يجعل ذلك غير قابل للتصديق؛ وجود مصدر حيوي يبدواحتمالية أكبر في وجهة نظر الكثيرين، وفي الوقت نفسه اعتقد بعض علماء الكواكب أن القمر أوروبا يحتوى على محيط من المياه السائلة مطمورة بعيدًا تحت السطح. والحرارة المتولدة نتيجة سحق وضغط جاذبية المشترى المجاور تحفظ المياه من التجمد ويمكنها حفظ درجة حرارتها بحيث تكون دافئة بشكل يلاءم وجود حياة.



الإنتثار الشامل

الانتقـال المحتمـل للميكروبـات بـين كواكـب المجموعـة الشمـسية يعـرف باسـم الإنتثـار الـشامل (Panspermia)، وهي فكرة طرحها لأول مرة عالم الكيمياء الـسويدي (سـفانت أرهيـنس) عـام 1903 ثـم طورها بعد ذلك عالمي الفلك البريطانيين (فريد هويل)، و(شاندرا ويكراماسينجي).

يعتقد أن الكائنات لها القدرة على الانجراف في الفضاء داخل الصخور حيـث يـتم حمايتهـا مـن البيئـة القاسية خـارج الأرض، ويعتقـد بعـض العلـماء أن الإشـعاعات الشمـسية يمكـن أن تعـصف بالكائنـات الدقيقة الموجودة داخل حبيبات التراب الضئيلة إلى الخارج خلال الفضاء بين الكواكـب - نفـس وسـيلة الدفع باستخدام الأشرعة الشمسية. في نوفمبر من عام 1969 هبطت بعثة أبوللـو 12 عـلى سـطح القمـر على مرمى حجر من (سيرفيور 3) - الهابط الآلي الذي كان قد هـبط في وقـت سـابق منـذ عـامين. أعـاد رواد فضاء أبوللو 12 ميكروبات من داخل كاميرا سيرفيور3 والتي اكتـشف بعـد عودتهـا إلى الأرض أنهـا نجت أثناء مكوثها في الفضاء، وقد دعم هذا الاكتشاف نظرية الإنتثار الشامل دعمًا كبيرًا.

الكواكب الشبيهة للأرض

بدأ علماء الفلك في اكتشاف كواكب تدور حول نجـوم أخـرى، وهـذه الكواكـب لهـا كتلـة تشبه كتلة كوكبنا، وتدور في المنطقة المعتدلة - حيث تكون درجة الحـرارة ملائمـة لوجـود

الماء في الحالة السائلة. اكتشفت أولى الكواكب التي تقع خارج مجموعتنا الشمسية- والتي تسمى بالكواكب الخارجية- عام 1995، ومعظم هذه الكواكب التي وجدت حتى الآن تشبه كوكب المشترى لكن بتطور تكنولوجيا الكشف، ظهرت العوالم ذات الكتل الأصغر في المشهد. أشبه الكواكب بالأرض المعروفة حاليًا كوكب (جليسي 581 دي) (Gliese 581d) والذي تبلغ كتلته سبع مرات كتلة كوكب الأرض، وعلى الرغم من إنه يدور في مدار نصف قطره يساوي 0.2 نصف قطر مدار الأرض إلا أن نجمه قزم أحمر بارد- مما يجعل درجة حرارته مشابهة جدًا لدرجة الحرارة على سطح الأرض.

عام 2009 أطلقت ناسا بعثتها الفضائية كيبلر- تلسكوب فضائي يراقب الوميض الدقيق المنذر الذي تسببه الكواكب الصغيرة العابرة لأوجه النجوم البعيدة.، وبعثة فضائية أخرى تسمى داروين اقترحتها وكالة الفضاء الأوروبية ستستخدم أجهزة بصرية لقياس التداخل من اجل تحليل الأغلفة الجوية للكواكب الشبيهة بالأرض. وجود الماء وثاني أكسيد الكربون والأوزون(جزئ مكون من ثلاثة ذرات أكسچين) معًا في الوقت نفسه قد يكون إشارة إلى وجود حياة.

معادلة دراك

عام 1960 دون عالم الفلك الأمريكي فرانك دراك معادلة رياضية للتنبؤ بعدد الحضارات خارج كوكب الأرض في مجرة درب التبانة، وتعرف بمعادلة دراك وهي عبارة عن قائمة طويلة من العوامل الضربية، كل منها يضم احتمالية أحداث معينة قد تكون ضرورية- أولًا لظهور حياة ثم لتطور هذه الحياة وتصبح ذكية، وتشمل هذه العوامل حدودًا مثل معدل تكون النجوم، ونسبة تلك النجوم التي لها كواكب، ونسبة النجوم التي تدعم الحياة، وهكذا.

عندما صاغ دراك هذه المعادلة في الأصل وقدر القيم العددية لحدودها حصل على إجابة تقول أن هناك حوالي 10 حضارات ذكية خارج كوكب الأرض في مجرتنا. وأفضل قيم للحدود طبقًا للعلم الحديث تعطي إلى حد ما إجابة أكثر تحفظًا هي: 2

البحث عن ذكاء خارج الأرض (SETI)

البحث عن ذكاء خارج الأرض (SETI) هو مجهود يبذله علماء الفلك للكشف عن إشارات يتم بثها مـن حياة ذكية في مكان ما في الكون. تجرى هذه الأبحاث عادة باستخدام أطوال موجية راديوية تقترب من 21 سم، وهو الطول الموجي لموجات الراديو التي تطلقها سحب غاز الهيدروچين الـذري في مجـرة درب التبانة. من المحتمل أن تبث حضارة غريبة أطوارً موجية قريبة من ذلك؛ أملًا في أن يلتقط علماء الفلك الراديوي الذين يقومون بدراسة الهيدروچين إشاراتها بالصدفة لازال العلـماء يقومـون بأبحـاث ((SETI منذ عام 1960 مستخدمين أكبر التلسكوبات الراديوية المتاحة- ومنهـا طبـق إيريـسيبو ذو الــ 300 مـتر، ومـصفوفة تلـسكوبات آلـن الجديـدة (the new Allen Telescope Array) وهـي عبـارة عـن شـبكة مـن الأطباق الراديوية لقياس التداخل مولها (بول آلن) الشريك المؤسس لشركة ميكروسوفت، وحتى الآن لم تكتشف أبدًا أي إشارة غريبة.

وقد تعمد بعض علماء الفلك بعث إرسالات في الفضاء، ففي عام 1974 استخدم عالم الفلك فرانك دراك تلسكوب إيريسيبو لإرسال تحية للعنقود النجمي الكروي، هرقل (hercules)، وقام علماء آخرون ومنهم الأستاذ بجامعة كامبردج ستيفن هوكينچ بالتحذير من خطورة إفشاء موقعنا للأجناس الغريبة التي مـن المحتمل أن تكون معادية.

مفارقة فيرمي

طرح عالم الفيزياء الإيطالي الأمريكي إنريكو فيرمي عـام 1950 سـؤالًا هـو "أيـن الجميـع؟"- إذا كـان هنـاك أشكال ذكية من الحياة في مكان ما في الكون إذن لماذا لا نراها؟ وأصبحت تلك هـي مفارقـة فيرمـي. كـان منطق فيرمي بسيطًا، فبمعرفة العدد الهائل من النجوم في الكون- مايزيد عن 100000 مليـار مليـار- حتـى أصغر فرصة لظهور حضارة ذكية لابد أن تتحقق في مكان مـا، وبمجـرد ظهـور حـضارة متقدمـة في مجرتنـا فستتوسع وتنتشر في المجرة كلها في بضع عشرات من ملايين السنين- وهو لمح البصر مقارنـة بعمـر الكـون والذي يساوي 13.7 مليار سنة، لكننا لا نري أي دليل على وجود إمبراطوريات بينجمية كهذه.

يلجـأ المتحمـسون للبحـث عـن ذكـاء خـارج الأرض إلى عـدد مـن الحجـج لتفـسير مفارقـة

فيرمي- على سبيل المثال، افتراض أن الغرباء قد يكونون فضلوا عدم التفاعل مع كوكب الأرض بسبب نوع ما من سياسات عدم التدخل، أما العلماء ذوي النظرة الأكثر ارتيابًا يأخذون ذلك كدليل على أن الحياة في الكون غير مرجحة بدرجة كبيرة جدًا جدًا- مدرسة فكرية أصبحت معروفة باسم "فرضية الأرض النادرة"

مقياس كارداشيف

يقاس مدى تقدم الحضارات خارج كوكب الأرض باستخدام مايسمى مقياس كارداشيف الذي وضعه عالم الفلك الروسي نيكولاي كارداشيف في الستينيات. وقد قسم كارداشيف الحضارات الغريبة المتقدمة إلى ثلاثة تصنيفات- أعطاها أسماء: النوع الأول والثاني والثالث- حسب كمية الطاقة التي يمكنها أن تصل إليها. حضارة النوع الأول يمكنها تسخير كل طاقة كوكبها الأم مما يتطلب إنشاء ألواح شمسية شاسعة للاستحواذ على الضوء الذي يصل إلى الكوكب من النجم المضيف- بالإضافة إلى وضع كل الأنوية الذرية المتاحة خلال تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي. وقد تم حساب الطاقة المتاحة لعرق النوع الأول بأنها قد تكون مكافئة للطاقة التي تحصل عليها أنت عن طريق تفجير قنبلة نووية حرارية كبيرة كل ثانية. أما حضارات النوع الثاني فقد وسعت من سيطرتها إلى ماهو أبعد من ذلك؛ للاستحواذ على كل خردة طاقة يطلقها كوكبها الأم؛ وقد تتضمن بناء هياكل مجمعة للطاقة حول النجوم مثل كرة دايسون، وفي الوقت نفسه يمكن لعرق النوع الثالث الغريب أن يستغل كل الطاقة التي تطلقها جميع النجوم في مجرته الأم- حوالي 100 مليار مرة الطاقة الخارجة من الشمس. لازالت الحضارة البشرية إلى حد ما أقل من النوع الأول.

كرات دايسون

كرة دايسون - التي اقترحها عالم الفيزياء فريمان دايسون- هي بناء يقام حول نجم ما للاستحواذ على طاقته وتسخيرها. يمكن أن تأخذ الكرة شكل منصة جامدة أو الأرجح من ذلك، أن تضم سربًا من المركبات الفضائية المجمعة للطاقة والتي تكفن النجم. الحضارة التي ستنجح في بناء كرة دايسون تصبح من النوع الثاني على مقياس كارداشيف.

يقول بعض علماء الفلك أن كرات دايسون قد تكون قابلة للاكتشاف- فالكرة التي تحيط بـنجم ترتفـع حرارتها وتعيد إشعاع الطاقة بأطوال موجية تحت حمراء والتي-من حيـث المبـدأ يمكـن التقاطهـا مـن خلال فلك الأشعة تحت الحمراء. وتساءل أخرون عما إذا كانت البنى التي يبنيها الغربـاء وتـدور حـول نجم ما-ربما أجزاء من كرة دايسون في بدايتها- يمكن اكتشافها بصريًا أثناء عبورهـا خـلال وجـه الـنجم. يمكن باستخدام أدوات حساسة بما فيه الكفاية التمييز بين حدة هذه البنى وزاوية مظهرها وبين الظـل الناعم المستدير لكوكب ما. أطلق على اصطياد أجرام كهذه اسم (SSET)" البحث عن تكنولوجيا خـارج الأرض" وقد أشير إلى أن تلسكوب كيبلر الفضائي لناسا والذي أطلق عـام 2009 قـد يكـون أطلـق للقيـام بذلك.

المبدأ الإنساني

المبدأ الإنساني هو وسيلة للمنطق العلمي الـذي يعمـل عـن طريـق تقييـد قـوانين الفيزيـاء والكيميـاء والأحياء باستخدام حقيقة بسيطة هي أن الحياة قد نشأت هنا عـلى كوكـب الأرض؛ أي نظريـة علميـة مرشحة تمنع صراحة الحياة في الكون بالتأكيد خاطئة. واستخدم عالم الفلك البريطاني الشهير فريد هويل المبدأ الإنساني للتنبؤ بأن تفاعلًا معينًا مـن التفـاعلات النوويـة المنتجـة للكربـون يجـب أن يـتم داخـل النجوم، وإذا لم يحدث ذلك فلن يكون هناك كربون كاف لظهور الحياة العضوية بمـا فيهـا نحـن. وقـد ذهبت الفيزياء التجريبية إلى أبعد من ذلك وبحثت في تنبؤ هويل- ووجدته على نحو واف.

علق بعض العلماء بأنه من المذهل أننا موجودون هنا لمراقبة أنفسنا تقريبًا- بالتالي من الوارد أن تكون قوانين الفيزياء منسجمة مع الحياة. ويستخدم آخرون فكرة العوالم المتعددة في نظرية الكم ليجـادل في أن ذلك ليس مدهشًا على الإطلاق-فإذا كانت فكرة العوالم المتعددة صحيحة فهم يقولون أن كـل كـون محتمل موجود في مكان ما، وأننا -بفضل وجودنا- لا بد أن نجـد أنفـسنا في أحـد العـوالم القليلـة التـي تكون الحياة فيها متاحة.

المعرفة

والمعلومات والحوسبة

كانت مكتبة الإسكندرية العظيمة التي تأسست في القرن الثالث قبل الميلاد في المدينة التي كانت في ذلك الوقت عاصمة لمصر، مستودعًا للكتب والمخطوطات التي تناولت كل شيء من الفلك والرياضيات، وحتى التقنيات المتقدمة مثل قوة البخار. ويقدر أنها حوت ما يتراوح بين 600.000 مستند إلى مليون، لكن المكتبة احترقت تمامًا في العصور القديمة، واحترق معها المقدار الكبير للمعرفة المتراكمة التي حوتها. وربما يكون هذا الحدث المنفرد قد أدى إلى إعاقة تقدم العلوم الإنسانية والتكنولوچيا بما يزيد عن 1500 سنة.

في العالم الحديث، أشار الفيلسوف الإنجليزي (فرانسيس باكون) عام 1597 إلى أن المعرفة قوة لم يسبق لها مثيل قبل ذلك، أن كان ما نعرفه عن

العالم خلال العلوم بهذه الأهمية، وسيصبح أكثر أهمية كذلك في المستقبل. المعلومات هي اللغة التي نستخدمها في كتابة معرفتنا، ومن خلال تكنولوچيا المعلومات - الكمبيوتر والإنترنت- أصبح المعدل الذي يمكننا به الوصول إلى الإنترنت، والمعالجة واكتشاف معرفة جديدة متسارعًا تسارعًا كبيرًا.

من المناسب إذن أن توجد مكتبة عظيمة جديدة في مكان المكتبة القديمة تقريبًا في ميناء الإسكندرية- مكتبة الإسكندرية الجديدة التي ستشهد بعض الإنجازات الحديثة للمعرفة الإنسانية التي أعيقت بسبب تدمير مكتبة الإسكندرية-التي سميت مكتبة الإسكندرية الآن على اسمها منذ قرون مضت

الطريقة العلمية

النظريات العلمية

العلم وسيلة لاكتشاف الطريقة التي تعمل بها الطبيعة بدءا من الذرات المكونة للجسيمات، حتى صور الحياة البيولوجية في الكون الفسيح، وذلك من خلال فرض النظريات ثم مقارنتها بما تم استنتاجه من خلال التجربة العملية والمشاهدة. والنظريات العلمية ليست مجرد شكوك أو تخمينات مفضلة، بل هي تفاسير منطقية مدروسة تخضع لقوانين الرياضيات الدقيقة توجت مجهود سنوات عديدة من البحث العلمي، وعندما تتنبأ نظرية ما بحلول كثيرة تتجاوز أهدف الذي وضعت من أجله في الأساس، فإنه يمكن وصفها حينئذ بالنظرية الناجحة.

دحض النظريات

أي نظرية علمية تقوم بعرض أفضل ما توصلنا إليه من خلال معرفتنا الحالية ويمكن دحض أي نظرية علمية بطريقة واحدة فقط وهي إثبات أن هذه النظرية خاطئة، فبمرور الوقت يبتكر العلماء آلات حديثة من شأنها أن تقدم لنا وصفًا أكثر دقة عن العالم والكون، وبالتالي يمكننا استخدام هذه البيانات الجديدة التي تولدت من التجربة العلمية في اختبار النظريات الموجودة مرارا وتكرارا.

عندما تصمد نظرية ما أمام أي اختبار، فإن ذلك لا يعني بالضرورة صحتها، ولكن يمكن اعتبارها قائمة إلى حين ظهور بيانات جديدة، ولكن إذا فشلت النظرية في الاختبار فإنه يمكن الجزم بالتأكيد ببطلانها، ومثال جيد لذلك فكرتنا عن المجموعة الشمسية.

الإغريق القدماء اعتقدوا أن الأرض محور المجموعة الشمسية وأن الشمس والكواكب الأخرى تدور حولها. لكن ملاحظة الفلكي الإيطالي جاليليو في القرن السابع عشر الميلادي أوضحت خطأ هذه النظرية، مما مهد الطريق لصورة الشمس- مركز المجموعة الشمسية المتداولة حاليا. كان الفيلسوف كارل بوبرهو أول من اعتبر دحض النظريات أساسا للعلم.

الاكتشاف بالصدفة

في بعض الأحيان يظهر تقدم مفاجئ في المعرفة وذلك عن طريق الصدفة البحتة، ربما الحالة الأشهر اكتشاف البنسلين - المضاد الحيوي العجيب الذي أنقذ حياة ملايين من الناس، بما فيهم ما يصل إلى 15% من عدد الجنود الجرحى من جيش الحلفاء في الحرب العالمية الثانية، وإلا كانوا ماتوا متأثرين بأنواع العدوى مثل الغرغرينا. في عام 1928 لاحظ عالم الأحياء الأسكتلندي ألكسندر فليمنج ضعف نمو البكتريا في طبق مخبري ملوث بالصدفة بعفن البنسلين. حدثت اكتشافات أخرى عن طريق الصدفة - تشمل الأشعة السينية، وتخثر دواء الوارفارين، والمطاط البركاني المستخدم في صنع إطارات السيارات، وكوكب أورانوس.

موس أوكام

عند بناء أي نظرية علمية، فهل نبنيها على أساس صعب أم أساس سهل ونأتي بأقل الافتراضات دعما؟ قد يدفعنا التفكير السليم إلى خيار الثاني، ولكن في القرن الرابع عشر الميلادي صعَّد عالم المنطق الإنجليزي وليام أوكام هذا المفهوم لكي ينطبق على كافة العلوم، فيما أصبح يعرف بـ (موس أوكام) وهو ما تصوره البعض كتعبير مجازي يعني التخفيض التدريجي للنظريات المرشحة؛ حتى تصل إلى أبسط صورة وتصبح مباشرة قدر الإمكان، فقط إذا فشلت نظرية ما في الاختبار ننظر في أمر جعلها أكثر تعقيدا إلا إنه الآن أغلب العلماء يفضلون تجنب استخدام مبدأ (Occam's razor) مفضلين اعتباره كأداة للاستدلال فقط.

الاستدلال

يعرف الاستدلال بأنه القوانين غير الصارمة أو القواعد المسلم بها (الاختبار والتجربة) التي يستخدمها الجميع- وليس العلماء فقط- لتوجيه قراراتهم، على سبيل المثال عند تحويل درجة الحرارة من درجة مئوية إلى فهرنهيت فإننا نضاعف القيمة ثم نضيف عليها 32 وينتج قيمة تقريبية، لذا فإن استخدام نهج التجربة والخطأ يعتبر الأكثر شيوعا في الاستخدام من قبل من العلماء عند حل المشاكل الرياضياتية أو الهندسية من خلال تجريب

مجموعة من أفضل الحلول الممكنة، حتى الوصول إلى أفضل حل يحقق الدقة المطلوبة، بعض طرق الاستدلال العلمي تشمل مبدأ موس أوكام والملقب بـ (طريقة الفراسة)، حيث أن مشاهدة الكرة المقذوفة في الهواء يعطيك فرصة اتخاذ أفضل قرار للطريقة التي ستلتقطها بها بدلا من محاولة حل المعادلات المعقدة.

الاختزال

طبقًا لمفهوم الاختزال فكل المفاهيم في العلوم يمكن النظر إليها على أنها عبارة عن جزء كبير مكون من المجموع النهائي لأجزاء أصغر حجمًا، على سبيل المثال في نظرية الحركة فإن درجة الحرارة تنخفض بسبب التأثير الناتج من تصادم ذرات وجزيئات الغاز مع بعضها البعض، ونظرية الكم يمكن لها أن توضح سلوك الذرات والجزيئات، وفي النهاية نظرية الأوتار ونظرية الاختزال إم يمكنها شرح التأثيرات الكمية.

فكرة الاختزال طرحها الفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت في القرن السابع عشر، والذي كان يعتقد أن الكون مثل الآلة التي يمكن تفكيكها إلى أفعال المكونات العديدة لها. من الملاحظ عند تحقق أكثر استفادة منطقية من مفهوم الاختزال يتحقق ما يعرف بنظريات التوحيد الكبرى، والتي تقوم عليها النظريات الموجودة اليوم.

عكس مفهوم الاختزال هو مفهوم النظرة الكلية الذي يقول بأن أي نظام هو أكبر من مجرد المجموع النهائي للعناصر الداخلة في تكوينه.

الفلسفة الوضعية

ظهرت الفلسفة الوضعية القائمة على اليقين الذي لا يقبل الجدال من خلال الاعتقاد بأن أي قيمة هي فقط ما يمكن إدراكه بالحواس. والصورة الحديثة من هذه الفلسفة تؤمن بأن العلم هو الطريق الوحيد للمعرفة. بعض المشككين يعارضون هذه الفكرة وحجتهم أن هناك مناطق معينة في العلم مثل علم الكون وبعض أفرع نظرية الكم مثل تفسير العوالم المتعددة تعارض فلسفة اليقين، لأنها مختلف عليها حيث أن هذه الأفكار لا يمكن أن تخضع لاختبار التجريب والملاحظة.

عكس الفلسفة الوضعية (الميتافيزيقيا) والتي تعني بدراسة ما وراء العالم أو ما هو خارج إطار الفيزياء التقليدية، والمصطلح يشرح أن هذا العلم يتعامل مع الظواهر التي لا يجد العلماء تفسيرًا علميًا لها، وبالتالي يعتبر الكثيرون أن هذا العلم هو محض هراء.

الاستدلال الاستقرائي

المطر يسبب البلل وبالتالي فإن المطر هو البلل، هذا مثال من الاستدلال الاستقرائي - هو محاولة لإيجاد تعميم من خلال ملاحظة معينة، مثلا عند عمل استطلاع رأي أثناء فترة انتخابات وكانت النتيجة أن نسبة معينة من الناس ستصوت للديمقراطيين وبالتالي فإن ما يناظر هذه النسبة من المجموع الكلي للسكان سيصوت للديمقراطيين كذلك. يستخدم العلماء الاستدلال الاستقرائي في بناء النظريات ؛ على سبيل المثال التفاحة تسقط لأسفل، إذن الجاذبية هي قوة جاذبة تجذب الأجسام لأسفل في كل مكان. ولكن إذا تحققنا بنفس الطريقة أن نفس هذا القانون يتحقق في كواكب المجموعة الشمسية فإن ذلك معناه أننا بصدد قفزة نوعية في العلم، حتى الآن المشاهدات الفلكية بينت أن ذلك صحيحا، في المقابل الاستدلال الاستنتاجي هو استنتاج قائم على المنطق وبالتالي كل ما ينتج عنه سيكون منطقيا بالضرورة (مثال: أ = ب، ب = ج، من هنا نستنتج أن أ حتما = ج). والاستدلال الاستقرائي قد ينتج عنه بعض المفاهيم المتناقضة التي تحتاج للاختبار العملي لها.

الحوسبة العلمية

صياغة نظرية علمية-إنشاء مجموعة من المعادلات الرياضياتية التي تصف عملية فيزيائية تحاول وضع نموذج لها هي عملية معقدة للغالية، لكن حل هذه المعادلات المعقدة والحصول على حلول رقمية هو تقريبا مستحيل، مما أدي إلى لجوء أكثر العلماء إلى أجهزة الكمبيوتر لتأدية هذه المهمة الشاقة بالنيابة عنهم، فإعطاء الحاسب مجموعة من الشروط الأولية وترك مهمة فهم هذه الشروط وتحقيقها ثم تحويل الناتج لأرقام له أسهل كثيرا من القيام بهذه العملية على الورق، وكان علماء الفلك من بين الأوائل الذين استخدموا الحوسبة العلمية في تصميم نماذج لعمليات معقدة مثل تكون المجرات وتطور الكون. في

الوقت الحاضر معظم مجالات الدراسة متقدمة بما فيه الكفاية للاستفادة من هذا النهج. حتى أن هناك برامج للحاسبات الآن من شأنها محاولة حل المعادلات الرياضياتية لك جبريا - بدلا من محاولات الحل المضنية على الورق من أجل الحصول على أرقام. في عام 1977 أصبح إثبات نظرية الألوان الأربعة أول مسألة رياضياتية غير عددية كبرى يتم حلها بهذه الطريقة.

التنقيب عن البيانات

من الأسواق الكبيرة التي تقوم بجمع البيانات عن عاداتك الشرائية وحتى صناع الموسيقى المستفيدين من اتجاهات التحميل عبر الإنترنت نجد أن التنقيب عن البيانات- تمشيط قواعد البيانات بحثًا عن معلومات إحصائية- أمر ذو شأن كبير. في الوقت الحاضر يواكب العلماء التطور وأدركوا أن التنقيب عن البيانات يمكن أن يؤدي إلى مزيد من الاكتشافات، قم بوضع خوارزمية تنقيب عن بيانات فضفاضة على معلومات مؤرشفة، ومن يدري ما الصلات الخفية التي يمكن أن تكشفها هذه الخوارزمية والتي يمكن أن تكون الملاحظة البشرية قد أغفلتها ؟

على سبيل المثال ربما ينكشف ارتباط ما بين زخات النيازك والثورات البركانية، أو بين كسوف الشمس ونوع الهواء، أو أي شيء غريب آخر قد يعتبر إهماله خيانة للعلم، وكذك سيقدم الدعم للباحثين من أجل أن يصلوا لآفاق أوسع. بالفعل في مركز رصد أوبسالا بالسويد يستعمل العلماء التنقيب عن البيانات كنظام إنذار مبكر في كشف الآثار الجانبية للعقاقير الطبية. المركز الطبي الذي يحتوي على قواعد بيانات طبية لتعرف ردود الفعل السلبية الناتجة عن أي تأثير دوائي يسمى مركز سلامة الدواء.

الأخلاقيات

مما لاشك فيه أن مع التقدم العلمي الذي نشهده أصبحت أخلاقيات العلم ضرورة ملحة، خصوصا في مجالات مثل الطب والأحياء والصحة، هل من الصواب، على سبيل المثال، تنفيذ بعض التجارب على الحيوانات، أو استنساخ البشر من الخلايا الجذعية، أو إنشاء

أشكال جديدة من الحياة لتنفيذ بعض المهمات - مثل ما هو الحال في مجال الأحياء الصناعية الجديـد؟ هذه كلها أسئلة يجب على علماء أخلاقيات علم الأحياء تقديم إجابة لها، عن طريق إضافة بعد أخلاق للبحث العلمي حيث أن في السابق لم يكن هناك أكثر من الدافع للاكتشاف.

في المستقبل قد تكون الأخلاقيات أكثر أهمية في تخصصات العلم الأخرى مثل تطوير الذكاء الاصطناعي حتى يقترب من معدل ذكاء الإنسان، وربما تحقيق اتصال مع كائنات فضائية، وتصنيع روبوتـات النـانو عن طريق الهندسة الجزيئية من شأنها أن تجعلنا نحكـم الـسيطرة عـلى العـالم المجهـري، وربمـا حتـى اكتشاف وسيلة لتغيير الماضي من خلال السفر عبر الزمن.

العلم الزائف

العلم الزائف هو أي نشاط يصور بشكل علمي، في حين إنـه في الواقـع بعيـد كـل البعـد عـن العلـم في نهجه، الإدعاء بأن هناك أشياء خارقة للطبيعة، مثل مشاهدة أجسام طـائرة غـير معروفـة أو العرافـة - مثل قراءة الكف والتنجيم - غالبا ما يكون موسوما بالزيف والدجل.

ربما تخضع بعض هذه المواضـيع في بعـض الحـالات للتحقيـق العلمـي، فأغلـب مـن يعملـون في هـذه المجالات يعرضون إدعاءاتهم بصورة غامضة بحيث لا يمكن اختبارهـا بطريقـة موضـوعية. عـلى سـبيل المثال، مستبصرة ادعت بأن لديها رسالة مـن شـخص مـا يـدعي جـون وسـط حـضور مـن 400 شـخص (بطريقة إحصائية سيكون على الأقل بينهم 13 شخصا يسمى چون)، الكثير من علماء يعارضـون العلـم الزائف مؤكدين على إنه يضر بالممارسات العلمية للنـاس ويـدمر قـدرتهم عـلى اتخـاذ القـرار الـصحيح الضروري للحياة في المجتمعات الديمقراطية.

الرياضيات البحتة

التدوين العلمي

التجربة الحياتية اليومية تعلمنا طريقة التعامل مع الأرقام اليومية مثـل 37،2، 87. لكـن أحيانـا الأرقـام المستخدمة في العلوم قد تكون خارجة عن النطاق المعتاد، على سبيل المثال، يتناول علم الفلك مقاييس طول غير اعتيادية تمتد لمليـارات ومليـارات الكيلـومترات. في الطـرف الآخـر مـن المقيـاس، الجـسيمات الفيزيائية ونظرية الكم ترسم سلوك المادة بمقاييس متناهيية في الصغر - الكسور لجزء من المليـار مـن المتر. تعامل العلماء مع هذه الأعداد الكبيرة باستخدام أحد فروع الرياضيات يسمي التـدوين العلمـي، والذي يعمل من خلال كتابة أرقام أسية من 10. على سبيل المثال،

100 هــي مربــع الــرقم 10 (10×10) أو 10^2 ، وبالمثـل 100،000 يمكــن أن تكتــب 10^5 و500،000،000 (500 مليون) يمكن كتابتها 5×10^{n}

الأعداد الصغيرة يمكن التعامل معها بنفس المنوال. واحد من مائـة (100/1 أو 0.01) يكتـب 10^{z} وكـذلك واحــد مــن المليــون (100،000،0000/1 أو 0.000001) يمكــن كتابتــه 10^6 وخمــسة مــن العــشرة المليــار (100،000،0000/5) تكتب 5×10^{10} وهي طريقة أسهل في التعامل.

البادئات القياسية

التدوين العلمي هو طريقة كتابة علمية أنيقة تختصر الأعداد ذات السلاسل الطويلة من الأصـفار، وأن كانت ما زالت تبدو صعبة النظر إليها أحيانا، وبالتالي تكتب الأسـس العـشرية شـائعة الاسـتخدام عـلى شكل بادئة لفظية، ربما الأقرب إلينا أن نكتب(الكيلو) للتعبـير عـن أو 1.000- الكيلـو مـتر يـساوي 1000 متر، والكيلو جرام يساوي 1000 جرام.

هناك بادئات قياسية أخـرى للأعـداد الطويلـة مثـل (الميجـا) لكتابـة 10^6 والجيجـا لكتابـة المليار 10^9، و(تيرا) لكتابة 10^{12} أو ما يعرف بالتريليون. مثال، محرك القرص الـصلب يمكنـه تخزين تيريليون بايت من البيانات، وفي خلال سنوات قليلة من الآن يمكننا شراء محركـات

أقراص صلبة يمكن لها أن تحمل مقدارا كوادريليون 10^{15} من البيانات.

توجد بادئات قياسية للأعداد الصغيرة كذلك مثل (المللي) لكتابة 10^{-3} و(المايكرو) لكتابة واحد من المليون أو 10^{-6} و (النانو) لكتابة 10^{-9} أو واحد من المليار وبالتالي فإن تكنولوچيا النانو هي هندسة تعتمد على مقياس في جزء من المليار من المتر وهناك وحدات أصغر مثل (البيكو) أو واحد من تريليار لكتابة 10^{-12} و(الفيمتو) لكتابة واحد من كدريليون 10^{-15}.

الأعداد الأولية

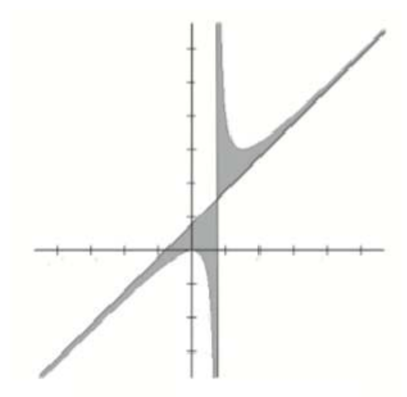
العدد الأولي هو الذي لايقبل القسمة إلا على نفسه أوالواحد الصحيح مثل 2، 3، 5، 7، 11 ... إلخ، في الوقت الحاضر لا توجد صيغة رياضية دقيقية يمكن من خلالها معرفة الأعداد الأولية والأعداد المعروفة حاليا تم اكتشافها عن طريق الكمبيوتر بالقوة الغاشمة؛ فإيجاد أعداد أولية جديدة ليس بهذه السهولة التي قد يتصورها البعض، حتى الآن عدد خانات أطول عدد أولي معروف هو 13 مليون خانة. وكل عدد صحيح غير أولي ينتج من خلال حاصل ضرب عددين أوليين جديدة تقسيم عدد كبير جدا إلى عناصره الأولية عملية صعبة جدا فهي لا تقل صعوبة عن إيجاد أعداد أولية جديدة، وأصبحت هذه الحقيقة فيما بعد الأساس الذي تقوم عليه عملية الترميز والتشفير. ويأمل علماء الرياضيات في فهم الأعداد الأولية بشكل أعمق من خلال فرضية ريمان.

النسبة الذهبية

اقسم أي خط مستقيم بحيث تكون النسبة بين قيمة الجزء الصغير وقيمة الجزء الأكبر مساوية للنسبة بين قيمة الجزء الأكبر وقيمة الخط المستقيم كله، ستجد أن ذلك يساوي عدديا 1.618 وهو ما يُعرف بالنسبة الذهبية، والتناسب فيها يسر العين حيث تظهر في أعمال الهندسة المعمارية والعديد من الأعمال الفنية الرائعة، بما في ذلك لوحة الموناليزا، وقد بدأ الفنانون في دمج النسبة الذهبية في أعمالهم منذ القرن الخامس قبل الميلاد، بينما درس الفيلسوف إقليدس هذه النسبة رياضياتيًا في العام 300 قبل الميلاد، ونتجت هذه النسبة من متسلسلة فيبوناتشي للأعداد التي تبدأ بالعددين 1،0 ثم جمعهما وجمع الناتج مع آخر رقم

فتصبح 0، 1، 1، 2، 3، 5، 8.. وبالتالي كلما كبرت قيمة هذه الأعداد المتتالية، فإنها تؤدي إلى تحقيق النسبة الذهبية. وتستعمل متسلسلة فيبوناتشي كذلك في علم الأحياء لوصف قيمة عدد البتلات في بعض النباتات المزهرة.

ما لا نهاية



التحليل المقارب للرسم البياني $y = x^2 / (x-3)$. السماح لx بأن تؤول إلى مالانهاية يجعل كل من القمة والقاع عددًا منتهيًا، لكن بتقريب الصيغة الرياضية لقيم كبيرة ل x يظهرها تتجه نحو الخط المستقيم $y=x+3$

عندما يكون عدد ما كبيرًا لدرجة إنه أصبح بلا حدود يشير إليه علماء الرياضيات على إنه غير منته.عند ضرب أي رقم في ما لا نهاية يكون الناتج مالا نهاية، وأي رقم يقسم على ما لا نهاية- تقطيعه إلى مكونات صغيرة جدًا- يساوي صفرًا. ويرمز إلى مالا نهاية برمز يشبه شكل الرقم 8 في اللغة الإنجليزية (8) مقلوبًا على أحد جانبيه:∞. من الناحية العلمية، ما لا نهاية ليست عددًا وتأثيرها القوي على الأعداد المنتهية، يعني أن إدخالها في معادلة ليس له معنى. ينبغي على علماء الرياضيات المضي بحذر شديد عند محاولة تحديد سلوك معادلة عندما تصبح متغيراتها كبيرة جدًا. والاتجاه المعتاد الذي يتخذونه هو عمل بعض التقريبات التي تبسط المعادلة عندما تصبح المتغيرات كبيرة جدًا.- ويعرف ذلك باسم "التحليل المقارب".

مبرهنة فيرما الأخيرة

الأمر غاية في البساطة، اختر ثلاثة أعداد صحيحة موجبة- ارمز لهم ب a، وb، وc- واختر الآن عددًا صحيحًا أكبر من 2- ارمز له ب (n). تقول مبرهنة فيرما الأخيرة إنه ليس هناك مجموعة من a وb وc وn تحقق المعادلة $a^n = b^n = c^n$

وضع هذه المبرهنة عالم الرياضيات بيير دي فيرما عام 1637، وعلى الرغم من إنه يمكن

التحقق من صحتها بوضوح لعدد من الأعداد الصغيرة إلا أن البرهان العام لهذه النظرية والـذي يـصلح لجميع قيم a وb وc وn لم يظهر حتى عام 1994 عندما دونـه أخـيرًا عـالم الرياضـيات البريطـاني (آنـدرو ويبز).

مبرهنة الألوان الأربعة

لم تكن مبرهنة فيرمـا الأخـيرة هـي اللغـز الوحيـد الذي يبدو سهلا واحتل تفكـير العلـماء لـسنوات، فهناك لغز آخر هو حدسية الألوان الأربعـة التـي تقـول أن لأي خريطـة هنـاك أربعـة ألـوان فقـط مطلوبة لتظليل كل الأمم المختلفة على الخريطـة تظليلا مختلفًا بحيث لا يكـون لأمتـين متجـاورتين نفس اللون، وهذه المبرهنة لا تنطبق على الخرائط فحسب بل على أي مستوى ثنائي الأبعاد مقـسم إلى مجموعة من المناطق المتداخلة. وقد ظهرت هذه المبرهنة لأول مرة في أدب الرياضيات عام 1853 لكنها لم تثبت إلا عام 1977 من قبل عالمي الرياضـيات فولفجـانج هـاكن وكينيـث أبيـل. وحتـى الآن لازالـت الشكوك تحوم حول مدي صحة هذا الإثبات كونه اعتمد على الكمبيوتر. وأحدث دراسة تمت لهـا عـام 2004، ومع هذا تشير إلى أن فولفجانج هاكن وكينيث أبيل أبليا بلاءً حسنا في هذا الصدد.



طبقًا لمبرهنة الألوان الأربعة فإن أربعة ألوان فقط كافية للتمييز بين جميع الولايات المختلفة على خريطة غرب الولايات المتحدة

حدسية بوانكاريه

إذا شددت شريط مطاطي حول السطح الخـارجي لكـرة تـنس. فإنـه مـن الـسهل أن يقـوم الشريط باستمرار بتقليص سطح الكرة لأسفل من دائرة إلى أي نقطة عن طريق سحبه عـلى سطح الكرة. قارن ما فعلته بإعادة نفس التجربة ولكن حول مقبض فنجان قهوة، ثـم عقـد الرباط على شكل عقدة ستجد أن المقبض لا يمكنـه الانكـماش عنـد شـد وتحريـك الـشريط حوله. تكنولوچيا الرياضيات تبين أن سطح كرة التنس وأي سطح كـروي أخـر ثـلاثي الأبعـاد اتـصال نقاطـه ببعـضها الـبعض اتـصال بـسيط بعكـس مـا هـو الحـال مـع مقـبض فنجـان

القهوة حيث أن اتصال النقاط يكون بشكل أكثر تعقيدا.اعتقد عالم الرياضيات هنري بوانكاريه أن الأشكال الكروية رباعية الأبعاد اتصالها أيضا بسيط ولكنه لم يستطع إثبات ذلك. وهذه هي فرضية بوانكاريه التي عرضها على عالم مجتمع الرياضيات عام 1904 ومؤخرًا استطاع حل هذه الفرضية عالم الرياضيات الروسي جورجوي بيرلمان في سلسلة من الأبحاث نشرت عامي 2002 & 2003.

فرضية ريمان

طرح عالم الرياضيات الألماني بيرنهارد ريمان فرضيته عام 1859 وهي تشرح بوضوح طبيعة الأعداد الأولية وذلك من خلال إحدي الصيغ الرياضياتية المعقدة تُعرف بـ دالة ريمان زيتا، لنفرض أي عدد ولنرمز له بـ (s)، يمكن الحصول على ناتج لدالته الزيتا من خلال مجموع كل الأعداد الموجبة والتي نرمز لها بالرمز (n) لـ ^{s} (1 /n)

افترض ريمان أن كل الأصفار في دالته تقع على خط معرف والذي عرف فيما بعد بفرضية زيتا، وعلى الرغم من أن هذه الفرضية يمكن تحقيقها من خلال الأعداد الصغيرة، فإن زيتا نفسه لم يكن قادرا علي التوصل إلى إثبات عام لصحة فرضيته، وفي حالة تم ذلك، فإن ذلك يعني أننا حققنا تقدمًا كبيرًا في معرفة خصائص أكثر للأعداد الأولية/ وهذا هو السبب في أن يعرض معهد كلاي للرياضيات في كامبريدج، ماساشوستس جائزة 1000000 $ إلى أي شخص يمكن أن يأتي ببرهان قاطع.

نظرية عدم الاكتمال لجوديل

أنشأ هذه النظرية عالم الرياضيات الاسترالي كورت جودل عام 1931، وهي توضح كيف أن هناك مسائل في علم الرياضيات لم يستطع علم الرياضيات نفسه إجابتها، أثبت جودل نظريته من خلال تطوير مفارقة (إمبيندس) والتي سميت على اسم الفيلسوف اليوناني (إمبيندس) في القرن الخامس قبل الميلاد، هذه المفارقة جل رأس مالها عبارة (هذا الكلام خطأ) وإذا كان الكلام خطأ فعلا من الأساس فعليه أن يقول هذا (هذا صحيح أن هذا الكلام خطأ) بينما إذا كان الكلام صحيحا وقال هو خطأ فعليه تقديم البرهان على خطأه.

وبالتالي المتناقضة لا وجود لحل لها.

وضع جودل صيغة رياضياتية ذاتية المرجع توضح أن الصيغة نفسها غير قابلة للإثبات. إذا كانت الصيغة قابلة للإثبات فإن الصيغة نفسها خاطئة بالتأكيد؛ لكن إذا كان الأمر كذلك، إذن تكون قوانين الرياضيات قد أثبتت صحة شيء هو في الواقع خطأ. بفرض أن قوانين الرياضيات المتسقة ذاتيًا من المستحيل أن تسمح بذلك، بالتالي لابد من وجود حقائق رياضياتية غير قابلة للإثبات باستخدام علم الرياضيات. ولا تزال المبرهنة نتيجة أساسية في نظرية المنطق وفلسفة علم الرياضيات.

علم الرياضيات التطبيقية

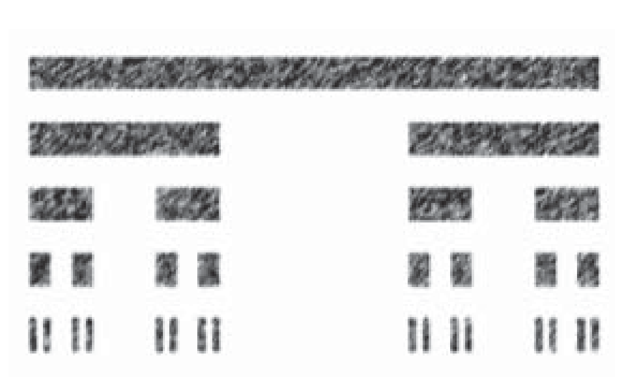
نظرية الفوضى

الفوضى هي الظهور العنيف لسلوك غير متوقع من قوانين فيزيائية راسخة وبسيطة فيما يبدو، والفوضى هي إحدى السمات المباشرة للعالم حولنا تظهر فجأة بشكل جديد مثل: نظرية الكم، والفضاء، والاقتصاد بالإضافة إلى الطقس، بل وحتى توقيت الصنبور الذي يسرب قطرات الماء.

على الرغم من العشوائية الظاهرية للفوضى إلا أنها ظاهرة مرتبة جدًا، وتتسبب فيها الحساسية المفرطة لنظام فيزيائي ما لحالته الابتدائية، بمعنى أن الاختلافات الطفيفة في الحالة الابتدائية يتم تكبيرها أثناء تطور النظام، وتظهر بشكل غير متوقع لأنه ليس في استطاعتنا قياس الحالة الابتدائية للنظام بدقة كافية، وهذا يفسر جزئيًا سبب الصعوبة البالغة للتنبؤ بالطقس.

الكسيريات

يفصل علماء الرياضيات الفوضى عن العشوائية باستخدام ما يسمى "صورة فضاء الطور"- وهو رسم يوضح كيفية تطور النظام مع الزمن بدءًا من حالته الابتدائية. يبحث العلماء عن المناطق الموجودة في صورة فضاء الطور والتي تتقارب فيها مسارات تطورية من عدة حالات ابتدائية، وهي مناطق تُعرف باسم "الجواذب".



في البندول البسيط، فضاء الطور هو مجرد رسم لموضع البندول مع سرعته، ويكون الجاذب عبارة عن دائرة، لكن بزيادة تعقيد النظام يصبح شكل الجواذب أكثر تعقيدًا. للأنظمة الفوضوية جواذب كسيرية، والكسيريات هي أشكال غير متصلة ببعضها البعض والتي لها نفس المظهر حتى عند رؤيتها على أكثر من مقياس طول مختلف؛ بنيتها المعقدة تضفي وهم عشوائية النظام. ونحصل على أبسط الكسيريات عن طريق إزالة الثلث الأوسط من خط مستقيم ثم تكرار العملية لا نهائيًا على كل قطعة متبقية. تصنف الجواذب الكسيرية باستخدام عدد يسمى "بعد الكسير"، والذي يكشف عن مستوى الفوضى الموجود في النظام.

نظرية الكارثة

ترتبط نظرية الكارثة ارتباطا وثيقا بنظرية الفوضى التي تنشأ عن طريق تغيرات عشوائية غير منتظمة الحدوث ناتجة عن أسباب صغيرة ومختلفة وناعمة، وأبسط مثال لوصف ذلك هو زيادة تدريجية لوزن معلق على طرف حبل، ستجد أن الحبل باستمرار يشد لأسفل في استجابة لزيادة الوزن الواقعة على طرفة، وأخيرا نأتي إلى القشة التي قصمت ظهر البعير- زيادة صغيرة في الوزن والحبل ينقطع فجأة. أحداث مفاجئة صارت بسبب أسباب صغيرة ومستمرة. نقطة اللاعودة عندما يصبح ذلك السبب قادرا على إحداث الكارثة وهي ما تعرف بـ (نقطة التحول)

طور عالم الرياضيات الفرنسي رينيه ثوم نظرية الكارثة في الستينات من القرن الماضي، وتنطبق هذه النظرية على عدة ظواهر طبيعية حدثت بالفعل في العالم مثل الإنهيارات الصخرية، وانتشار الأمراض، وتغير المناخ.

نظرية القيمة العظمى

هي أحداث في الصورة القصوى لها من شأنها تغيير أي سلوك جديد إلى اضطراب، سواء كان ذلك فيضانا من موجات مد وجزر غير مسبوقة أدت إلى غرق منشآت مائية دفاعية أو مصيبة تحدث في بنك بسبب سقوط مدوي في سوق الأسهم.

نظرية القيمة العظمى (ن.ق.ع)هي فرع من الرياضيات يتعامل مع المرجح من الأسباب التي أدت إلى وقوع الحدث في أقصى صورة له، في وسط نظرية القيمة العظمى يوجد ما يسمى توزيع القيمة؛ التوزيع يعطي الاحتمال الأكثر ترجيحا لأكثر وأقل قيمة في أي سلسلة من الأعداد المتتالية، بعبارة أخرى، في هذه السلسلة، الاستناد يكون على أساس أدلة سابقة، لذا فعلى سبيل المثال، أي بيانات سابقة موجودة عن ارتفاعات المد ستعطي القدرة على التنبؤ بأقصى ارتفاع وصل إليه المد في المنطقة، مما سيجعل المخططين قادرين على إنشاء منشآت مائية دفاعية بتكلفة معقولة ومرتفعة بما فيه الكفاية بحيث تتحمل أقوى الأعاصير التي من الممكن أن تحدث، وليست مرتفعة زيادة عن الحد المطلوب وإلا سيعتبر ذلك إهدار للمال.

أنشأ عالم الرياضيات الألماني إميل يوليوس جامبل منظمة (ن.ق.م) عام 1958 واستخدمت بياناتها مؤخرا في التنبؤ بأقصى سرعة يمكن أن يصل إليها إنسان في سباق 100 متر وكانت الإجابة في زمن مقداره 9.51 ثانية.

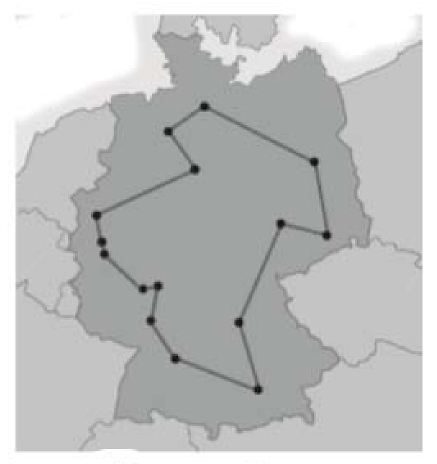
نظرية العالم الصغير

ربما لعبت يوما ما لعبة كيفن بيكون - حيث تُعطى اسما ما لممثل، ثم يتوجب عليك ربطه بكيفن بيكون عن طريق التوصل إلى الأعمال التي شاركاها معًا، وعمل ذلك في أقل عدد من الخطوات، على سبيل المثال، ميشيل فايفر على بعد خطوتين:فهي شاركت جاك نيكلسون العمل في وولف، والذي بدوره كان في "عدد قليل من الرجال جيد "مع كيفن بيكون هذا الترابط هو وجه من وجوه ما أصبح يعرف باسم نظرية العالم الصغير. علماء الرياضيات يعتقدون أن هناك شبكة صغيرة في كل إنحاء العالم من ستة خطوات تشمل كل الناس على الأرض والمقدر عددهم بـ 6.8 مليار نسمة - للشرح بعبارات أخرى، كل

فرد على الأرض يمكن له أن يتصل بشخص أخر من خلال قوائم الاتصال الخاصة بهم، فقط في ستة خطوات. هذا هو أصل عبارة "ستة خطوات فاصلة"

الشبكات العالمية الصغرى تقوم على أساس أن عدد صغير القيمة يساوي عدد الروابط طويلة بين الأشخاص، لذا، مثالا، لو كنت تعيش وسط دائرة من الأصدقاء المحليين، وكان لديك صديق واحد يعيش في كاتماندو، فهذا الرابط طويل المسافة سيربط بينك وبينه وبين جميع أصدقائه النيباليين، وكذلك معارفك المحليين.

مسألة البائع المتجول



أقصر مسار حول أكبر خمسة عشرة مدينة في ألمانيا

إليك لغزًا. هناك بائع عليه الانتقال من موطنه إلى عدد من المدن، وفي كل مدينة سيتوقف لبيع منتجات قبل أن ينتقل إلى المدينة التالية، وبعد زيارة كل المدن سيصبح له حرية العودة إلى وطنه مجددًا، ما هو أقصر مسار يتجول فيه بين المدن جميعًا (دون ترتيب محدد) ثم يعود إلى وطنه؟

بالنسبة لعدد صغير من المدن تكون المسألة سهلة نسبيًا، في الواقع، إذا لزم الأمر، يمكن حلها باستخدام القوة الغاشمة، ببساطة بجمع المسافة المقطوعة على طول كل الطرق الممكنة، ثم اختيار أقصرها، لكن مع ازدياد عدد المدن تصبح المسألة أصعب بشكل غير متكافئ. وبصفة عامة، لعدد (N) من المدن بالإضافة إلى موطن البائع يعطى عدد المسارات الممكنة بالعلاقة.. $N \times (N-1) \times (N-2)$ حتى نصل إلى 1. وبالتالي إذا كانت $N=10$ فسيكون هناك 3.6 مليون مسار مختلف نختار من بينهم.

ليس هناك حل عام لمسألة البائع المتجول بعد- الحلول الموجودة هي عند قيم صغيرة لـ (N) لكنها تفشل جميعًا عندما تصبح (N) كبيرة. مسألة البائع المتجول ليست حكرًا على النقل فقط ؛ فهي تظهر في مجالات أخرى متنوعة مثل تصميم الرقائق الدقيقة، وتتابعلوغاريتمات الجينات.(gene sequencing)

نظرية الألعاب

من ألعاب الورق وحتى الحملات العسكرية أو أي سعي تنافسي مصحوب بمنفعة واضحة للفائز يمكن تحليله باستخدام أحد فروع الرياضيات والذي يُعرف باسم نظرية الألعاب. تعمل هذه النظرية عن طريق مقارنة كل الاستراتيچيات المتاحة لأحد اللاعبين ضد كل الاستراتيچيات الممكنة التي قد يتبناها خصمه(أو خصمها) ثم تحديد قيمة عددية تعرف باسم المكاسب (pay-off) لكل منهم، ثم بعد ذلك يرشد اللاعب الأذكى رياضياتيًا إلى اتباع الاسترتيجية ذات المكسب الأعلى.

ظهرت نظرية الألعاب لأول مرة في العشرينيات، وكانت محصورة في تناول ما يعرف باسم "ألعاب المجموع الصفري"- التي فيها تتحقق مصلحة الرابح على حساب الخاسر، وفيما بعد امتدت النظرية لتشمل "ألعاب المجموع غير الصفري" التي تعكس مواقف الحياة الحقيقية بشكل أكثر دقة. ويستخدم هذه النظرية حاليًا علماء الاقتصاد، والاستراتيچيون السياسيون وحتى علماء الأحياء في دراستهم للتطور- لتفسير سلوك الكائنات الحية المتنافسة.

معيار كيلي

معيار كيلي هو صيغة يستخدمها لاعبو القمار لحساب النسبة المُثلى من المال الذي يقامرون به عندما يكونون ملتزمين بحد معين، لنفرض أن المقامر قد عرض عليه احتمالات مالية بمقدار 1/2 في المقامرة الواحدة- يعني أن لكل دولار يقامر به يحصل على 2 دولار في حاله فوزه.، ولنفرض أيضًا أن المقامر يعلم أن لديه بالفعل فرصة ربح مقدارها 50% بالتالي سيخسر دولارًا واحدًا في نصف الوقت لكن في النصف الأخر سيربح 2 دولار، وهو مقيد بحد، لكن ما مقدار المال الذي يجب أن يقامر به؟

من الواضح أن المقامرة بماله كله هو ضرب من الحماقة لأن هناك احتمال 50% للخسارة، وفي هذه الحالة سيفلس، والمقامرة بمبلغ ضئيل أيضًا ليس بالشيء الصحيح عندما تكون الاحتمالات في صالحه. ويقول معيار كيلي الذي صاغه عالم الرياضيات الأمريكي چون كيلي عام 1956 إنه إذا كانت الاحتمالات المالية في المقامرة الواحدة تساوي *b/1* واحتمال

الفوز بالمقامرة هو p فإن المقامر يجب أن يخاطر بجزء من أمواله مساويًا $(b \times p)=p-1$ مقسوما على b .

بالنسبة للمثال الذي أوردناه $p=0.5$ و $b=2$ وبالتالي يجب على المقامر أن يقامر بربع نقوده.

المعلومات

البيانات الثنائية

يتم تخزين البيانات على القرص الصلب لجهاز الكمبيوتر الخاص بك في شكل تيار من الآحاد والأصفار الثنائية، وهي الطريقة التي تستخدمها الأنظمة الإلكترونية في ترميز المعلومات- باستخدام مفاتيح ميكروسكوبية في أحد وضعين، وضع الإيقاف (0)، ووضع التشغيل (1).، وكل مفتاح داخل الكمبيوتر يستطيع تسجيل خانة ثنائية مثل ذلك أو "بت" (bit) من المعلومات؛ ويمكن دمج عدة بتات معًا لتكوين بايت (byte) لها القدرة على تخزين أكثر من 1، على سبيل المثال 2 بت تمثل بايت يمكنها تخزين أي عدد من 0 إلى 3، وهنا يمثل العدد 3 عن طريق جعل الـ 2 بت في وضع التشغيل، والعدد 2 تكون فيه البت الأولى في وضع التشغيل والأخرى في وضع الإيقاف، والعدد 1 تكون البت الثانية له في وضع التشغيل والأولى في وضع الإيقاف، أما العدد صفر ففيه الـ 2 بت في وضع الإيقاف.

في أجهزة الكمبيوتر نظام الـ 8 بت تتكون كل بايت من 8 بت مستقلين ويمكنها تخزين أي عدد من صفر إلى 255. وقد ورد ذكر نظام الأعداد الثنائي لأول مرة في كتابات العالم الهندي (بينجالا) في القرن الخامس قبل الميلاد، ولم يظهر في الغرب حتى ظهور أعمال عالم الرياضيات الألماني جوتفريد ليبنيز في القرن السابع عشر.

نظرية المعلومات

نعتمد جميعًا على المعلومات، سواء كان ذلك في تيار البيانات التي تصل إلى جهاز التلفزيون الخاص بك، وتدفق البيانات الثنائية على جهاز الكمبيوتر الخاص بك أو الإشارة الموجهة إلى الهاتف المحمول الخاص بك.

يطلق على الدراسة الرياضياتية لكيفية تخزين المعلومات وبثها ومعالجتها اسم نظرية المعلومات، وهي نظام رائده هو مهندس الإلكترونيات الأمريكي كلود شانون في أواخر الأربعينيات، ويشمل الأنظمة الحساسة مثل تصحيح الخطأ، وإتاحة تخليص الإشارات من وسط التشويش والتداخل، وضغط البيانات الذي يمكننا من ضغط الملفات ذات البيانات الضخمة من أجل الحصول على تخزين وإرسال عالي كفاءة. نظرية المعلومات نظرية رئيسة في تطوير مجالات مثل الحوسبة، والتشفير، وعلم بيولوچيا الأعصاب بل وفيزياء الثقوب السوداء- التي تؤدي إلى فكرة الكون الهولوجرامي.

ضغط البيانات

ضغط البيانات هو وسيلة لإرسال وتخزين كميات كبيرة من المعلومات بكفاءة، ومن الأمثلة البسيطة: ملف صورة على جهاز كمبيوتر؛ وإذا كان لمساحة كبيرة من الصورة نفس اللون فبالتالي ستأخذ مساحة تخزينية أقل كثيرًا لتحديد أبعاد المساحة والألوان من المساحة التي ستؤخذ لتحديد لون كل بكسل منفردًا.

لضغط البيانات نوعان- تام، ومنقوص. ضغط البيانات غير المنقوص لا يسمح بتسويات في دقة البيانات المضغوطة- إذا قمت بإنشاء ملف مضغوط لمستند لترسله عبر البريد الإلكتروني، فسيصل للمستلم ما وضعته في الملف تمامًا، وهذا يسمى ضغط تام. على صعيد آخر، يعمل الضغط المنقوص بحذف بعض أجزاء ملف البيانات.فملفات الموسيقى (MP3) تستخدم ضغط البيانات المنقوص؛ فهي عادة تستغل 11/1 من المساحة التي يشغلها مقطع صوتي عالي الدقة وتعمل عن طريق إهمال الأصوات التي تكون الأذن البشرية أقل حساسية لها.

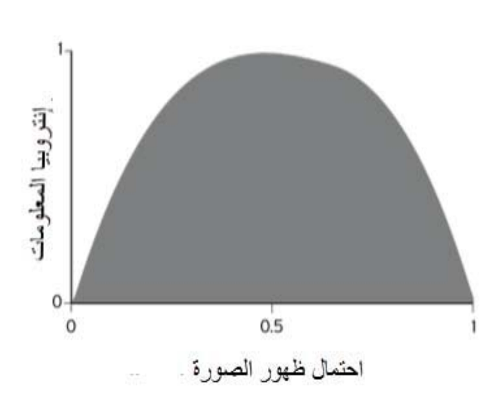
إنتروبيا المعلومات

ترتبط الإنتروبيا في نظرية المعلومات بفكرة الإنتروبيا في الديناميكا الحرارية، لكن في الوقت الذي تحدد فيه الكمية الديناميكية الحرارية درجة الفوضى في النظام تشير إنتروبيا المعلومات إلى الشك في المتغير العشوائي، وكلما زاد الشك زادت الإنتروبيا، فعلى سبيل

المثال، العملة التي ضبطت بحيث تظهر صورة في كل رمية لها إنتروبي يساوي الصفر بينما العملة العشوائية تمامًا فلها إنتروبيا تساوي 1 بت- يمكن أن تظهر أما صورة أو كتابة، وهو ما يناظر صفر أو 1 في البيانات الثنائية.

طرح المبدأ للمرة الأولى أبو نظرية المعلومات (كلود شانون) الذي لاحظ ظهور كمية في نظريته بدت من الناحية الرياضياتية مشابهة جدًا لتعريف إنتروبيا الديناميكا الحرارية في الميكانيا الإحصائية. في الواقع يمكن التفكير في إنتروبيا الديناميكا الحرارية على أنها كمية المعلومات المطلوبة لتحديد حالة كل جسيم من جسيمات المادة في النظام تحديدًا كاملا، وتسخين النظام يمكِّنه من شغل حالات طاقة أعلى مما يزيد من عدد الحالات الممكنة التي يمكن للجسيم أن يكون فيها- وهو سبب ارتفاع الإنتروبيا مع درجة الحرارة. أن إنتروبيا المعلومات تضع حدودًا على ضغط البيانات غير المنقوص.

تصحيح الخطأ



هل نسيت ذات مرة أن تعيد قرصًا مضغوطًا ما إلى حافظته بعد استخدامه فأصبح مخدوشًا بشدة نتيجة لذلك؟ هناك فرص لأن يعمل القرص جيدًا على الرغم من وجود الخدوش وهذا كله يرجع إلى أكواد تصحيح الخطأ، وهي في الأساس خوارزميات لبرمجيات لها القدرة على التحقق من وجود تشويش أو تداخل في تيار من البيانات، ثم تقوم بتصحيحه، ويمكنها أن تعمل بعدد من الطرق، إحداها لصق سلسلة من المعلومات المعروفة وجعلها تيار بيانات؛ وقياس الأخطاء الموجودة في هذه السلسلة يخبر المتلقي كيف يمكنه تصحيح البتات الأخرى الموجودة في التيار. يستخدم تصحيح الخطأ أيضًا في قارئات باركود الأسواق الكبرى، فهو يمكن هذه القارئات من قراءة الباركود- حتى وأن كان على أكياس مقطعة لرقائق البطاطس (الشيبس).

علم الميميات

مقاطع اليوتيوب الشهيرة، والنكات المضحكة، وصور المشاهير في مواقف محرجة تشترك في شيء ما- أنها أمثلة "للميميات"، و(الميم) هي قصاصات المعلومات التي نشعر بالحماس تجاه نقلها ومشاركتها، وبهذا المعنى لا تكون الميميات خاضعة لسيطرة أحد- فهي تنتشر عبر الإنترنت أو شفهيا عن طريق الناس، وقد اشتق هذا المصطلح من كلمة چين (gene)، وهو الاسم الذي يطلق على حزم المعلومات الوراثية المكتوبة في الحمض النووي للكائنات الحية. أن علم الميميات لها ارتباط مناسب بالانتخاب الطبيعي، حيث يؤكد الانتخاب الطبيعي لدارون أن الچينات الأنسب هي فقط التي تنجو، هناك عملية ميمية مشابهة تعطي طول العمر للنكات الأكثر فكاهة، ومقاطع الفيديو الأفضل، وهذه التوازنات بين التطور ونظرية المعلومات يستشهد بها كأمثلة على)إيكولوچيا المعلومات)

أورد ذكر الميمات لأول مرة عالم الأحياء ريتشارد دوكينز في كتابه "الچين الأناني" (The Selfish Gene) ثم تطورت الفكرة أكثر على يد عالمة النفس سوزان بلاك مور، وتشكل هذه الميمات أساس حملات التسويق الفيروسية- التي فيها تقوم الشركات بتضمين الإعلان خلال ميم سريع الانتشار.

علم التشفير

التشفير هو علم ترميز المعلومات، بحيث يعجز المتنصتون الذين يعترضون رسالة مرسلة ما عن تفسيرها، وهذا لا يعني أنهم لن يتمكنوا أبدًا من فك شفرتها؛ فهناك أعداد قليلة من الأكواد التي لا يمكن فكها مطلقًا. وربما يكون أشهر فريق من مفككي الشفرات هو الفريق البريطاني تحت قيادة عالم الرياضيات اللامع آلن تورنج الذي فك لغز الشفرة الألمانية في الحرب العالمية الثانية.

يطلق على الشكل الشائع للكود الحديث اسم تشفير المفتاح العام، وتعتمد حمايته على صعوبه تحليل الأعداد الكبيرة إلى عواملها الأولية حيث يختار المرسل عددين أوليين كبيرين ويقوم بضربهما؛ وهذا العدد الذي يطلق عليه "المفتاح" هو كل ما يلزم لتشفير رسالة ما، ويبث المفتاح علنًا إلا أن فك شفرة الكود تتطلب معرفة كلا العاملين الأوليين.

أن تحليل الأعداد الأولية الكبيرة إلى عواملها هو أمر يتجاوز عالم الكمبيوتر في الوقت الحالي، لكنه من المحتمل أن يكون ممكنًا في عصر الحوسبة الكمية القادم.

اتصالات الكم

في عام 1984 بيَّن الباحث شارلز بينيت في (IBM) والباحث جيليس براسارد من جامعة مونتريال أن غرابة نظرية الكم يمكن أن تستخدم في بناء نظام اتصالات آمن تمامًا من تصنت المتصنتين. أن ما تخيله (بينيت) و(براسارد) كان نوعًا من التشفير، حيث تقوم المرسلة آليس بإرسال مفتاح تشفير خاص إلى المتلقي بوب عن طريق ترميز بتات من البيانات الثنائية- آحاد وأصفار- باستخدام استقطاب فوتونات الضوء.

لدى آليس مجموعتان مختلفتان من مرشحات الاستقطاب لترميز الآحاد والأصفار خاصتها وتقوم بتدوين أيها تم استخدامه لكل فوتون، وكل مرشِح يمكنه وضع الفوتون في حالة استقطاب.موافقة أما لـ 1 أو 0، ولدي بوب نفس المرشحات، ويختار اختيارًا عشوائيًا المرشح الذي يستخدمه لقياس الفوتون- استخدام المرشح الخطأ يجعل القياس يعطي نتائج ليس لها معنى- ثم يتصل بوب تليفونيًا بأليس ويخبرها تسلسل المرشحات التي استخدمها دون أن يخبرها بقيم البتات الفعلية التي قام بقياسها، وأليس بدورها تخبر بوب بتتابع المرشحات التي استخدمتها ثم بعد ذلك يستخدمان كمفتاح لهما قيم البتات المتوافقة مع الفوتونات التي استخدما لها نفس المرشح، والمتنصت الذي يحاول قياس الفوتونات في طريقها سيتداخل معهما حتمًا خلال مبدأ عدم التأكد، وسيلاحظ بوب وأليس ذلك عندما يقومان بمقارنة اختيارهما من المرشحات، وفي هذه الحالة يهملان هذا المفتاح ويبدآن من جديد.
التشفير الكمي هو جزء من مجال معلومات الكم الواسع الذي يضم أيضًا الحوسبة الكمية، والألعاب الكمية.

إدمان المعلومات

في فبراير من عام 2007 توفي رجل صيني في السادسة والعشرين من عمره بعد قضاء سبعة

أيام متواصلة على جهاز الكمبيوتر في لعب ألعاب عبر الإنترنت- لم يتركه إلا للذهاب إلى دورة المياه، أو أخذ غفوات قليلة- يطلق (نيم بوستروم) من معهد مستقبل الإنسانية بجامعة أوكسفورد على ذلك اسم "إدمان المعلومات". كل ما يهم مدمنو المعلومات هو الحصول على جرعة البيانات عبر الإنترنت مثل لعبة "World of Warcraft" أو "الحياة الأخرى" (Second Life).

يشبه بوستروم ذلك بنهمنا التطوري نحو الأطعمة الغنية بالدهون أو السكريات، أو المواد الغذائية التي كانت نادرة قبل ذلك لكنها موجوة بوفرة الآن- وهي حقيقة استغلتها صناعة الأغذية لصنع وجبات خفيفة تسبب الإدمان بشدة لدرجة أن البعض يستهلكها بكثرة بدلا من اتباع نظام غذائي متوازن، وبالمثل يقول بوستروم أن لدينا بيئات عبر الإنترنت أكثر تركيزًا وتحفيزًا من العالم الحقيقي وهذا يصبح إدمانًا عند البعض.

الحوسبة

الخوارزميات

الخوارزمية هي تسلسل محدود من التعليمات التي يمكن استخدامها من أجل حل مشكلة ما، وهي تشكل شجرة اتخاذ قرار خطوة بخطوة، والتي تخبر الإنسان أو الكمبيوتر بما يجب فعله في الخطوة التالية من أجل حل المشكلة. الخوارزمية البسيطة لحل مشكلة التأكد من أن غرفة ما مضاءة يمكن أن يكون:

1- هل الغرفة مضاءة (نعم/لا)؟ إذا كانت الإجابة "لا" اذهب إلى 2، وإلا اذهب إلى 3.

2- اضغط على مفتاح الإَضاءة.

3- توقف

لكن الخوارزميات موجودة لحل مجموعة واسعة معقدة من المهام، وكل برمجية من برمجيات الكمبيوتر لها في قلبها خوارزمية تخبر الكمبيوتر ما يجب فعله في كل حدث من الأحداث التي يمكن تحملها، وغالبًا ما يعبر عن الخوارزميات باستخدام ما يسمى "خرائط التدفق". وصف مرئي لعملية اتخاذ القرار التي تبين كل خطوة على شكل صندوق يرتبط بالصناديق

الأخرى من خلال الأسهم، وفي بعض النواحي، يمكن وصف الخوارزميات على أنها عكس الاستدلال.

آلة تورينج

آلة تورينج هي آلة ميكانيكية افتراضية طرحها عالم الرياضيات البريطاني وأبو الحوسبة الحديثة "الآن تورينج" في عام 1936، حيث تستخدم شريطًا طويلا يعمل كذاكرة لها، وينقسم هذا الشريط إلى خلايا تحمل كل منها رمزاً واحداً يمكنه تشفير معلومة.

آلة تورينج عبارة عن مجموعة نهائية من الحالات، وتتكون كل حالة من مجموعة من التعليمات حول ما يجب القيام به بعد ذلك وفقاً للرمز الموجود في الخلية الذي يعمل عليه الجهاز حالياً. وتأخذ هذه التعليمات شكل "غير الرمز x إلى الرمز y"، و"حرك الشريط ثلاث خلايا إلى اليسار، و"غير الآلة من الحالة 1 إلى الحالة 2"، وهكذا. وقد أوضح "تورينج" أن آلته قادرة على حل أي مشكلة رياضياتية، لها خوارزمية معرفة تعريفًا جيدًالكن على عكس ذلك، هناك مسائل معينة تكون غير قابلة للحوسبة.

أجهزة الكمبيوتر التناظرية

قبل ظهور الإلكترونيات الرقمية، كانت أجهزة الكمبيوتر التي تعمل باستخدام المكونات الميكانيكية والبصرية وغير الرقمية لحل المسائل الرياضياتية، يطلق عليها أجهزة الكمبيوتر التناظرية. فعلى سبيل المثال، يمكن لجهاز الكمبيوتر الميكانيكي أن يستخدم ترتيباً معقداً من التروس والروابط، فإذا أخذت ترساً ذو 45 سناً، وقمت بإدماجه مع ترساً آخر ذو 9 أسنان، يصبح لكل دوران من التروس الكبيرة، دوران التروس الأصغر خمس مرات، وهذه هي طريقة تعبير الجهاز عن 9/45=5. وقد استخدمت المدفعيات وقاذفات القنابل أجهزة الكمبيوتر الميكانيكية لحساب المسارات أثناء الحرب العالمية الثانية، وحتى الستينيات، ظل الطلاب يستخدمون المسطرة المنزلقة بدلاً من الآلات الحاسبة الإلكترونية.

ويعتبر أقدم جهاز كمبيوترفلكي تناظري هو جهاز أنتيكيثيرا Antikythera mechanism الذي يعود تاريخه إلى القرن الثاني قبل الميلاد، قد عثر عليه في حطام قبالة سواحل اليونان،

ويُعتقد إنه قد استُخدم في الحسابات الفلكية. وقد أفسحت أجهزة الكمبيوتر التناظرية الطريق لأجهزة أسرع وأكثر كفاءة مع ظهور أجهزة الكمبيوتر الرقمية في الأربعينيات.

المنطق

يعتبر المنطق الاستنتاجي والاستقرائي من فروع ما يسمى علم الاستنتاج. حيث طوّر الفيلسوف الإنجليزي "چورج بول" في القرن التاسع عشر، نظرية رياضية للمنطق والتي أثبتت أهميتها في تطور علوم الكمبيوتر بعد ما يقرب من مائة عام. وقد مكَّن المنطق البوليني وصفاً رياضياً للعمليات مثل "و" و"أو"، حيث تأخذ هذه البوابات المنطقية اثنتين من إشارات الإدخال الثنائية، وتعطي ناتجًا ثنائياً واحداً. على سبيل المثال، تعطي بوابة "و" مخرجاً قيمته المنطقية "1"، عندما يكون المدخلان كلاهما قيمته المنطقية "1"، وتعطي ناتجًا "صفر" في بقية الوقت. بينما تعطي بوابة "أو" قيمة منطقية "صفر"، عندما يكون المدخلان كلاهما قيمته المنطقية "صفر"، وتعطي ناتجًا قيمته "1" في بقية الوقت.

وتوجد بوابات منطقية أخرى وهي العناصر الأساسية لمعالجة المعلومات، وتمكين الحواسيب الرقمية من اتخاذ القرارات. فعلى سبيل المثال، يمكن برمجة حاسوب لتشغيل نظام التدفئة في مكتب فقط عندما تنخفض درجة الحرارة أقل من 13 درجة مئوية، وخلال ساعات العمل.

أجهزة الكمبيوتر الرقمية


أجهزة الكمبيوتر التناظرية تنقل المعلومات على هيئة موجات متصلة

أجهزة الكمبيوتر الرقمية تنقل البيانات على هيئة نبضات غير متصلة،(وضع التشغيل أو الإيقاف) تمثل أصفار و آحاد البيانات الثنائية

بُنى العملاق (colossus) أول كمبيوتر إلكتروني رقمي في العالم في محطة أبحاث مكتب البريد بلندن في إنجلترا عام 1943. تتعامل الإلكترونيات التناظرية مع إشارات كهربية متصلة في طبيعتها بينما تنتج الأجهزة الرقمية وتسجل قفزات غير متصلة للجهد الكهربي- هو مثالي لتسجيل آحاد البيانات الثنائية

وأصفارها، وقد عمل (colossus)، والأجهزة الإلكترونية الرقمية الناشة وقتها باستخدام مكونات كهربية تسمى (الصمامات المفرغة) من أجل تحويل التيار الكهربي بطريقة تسمح بتنفيذ العمليات المنطقية البسيطة.

وقد قاد ظهور أِشباه الموصلات في عام 1941 إلى اختراع الترانزستور- مفاتيح إلكترونية حلت سريعًا محل الصمامات الضخمة الهشة ذات الكفاءة القليلة.

تم تشغيل أول جهاز كمبيوتر ترانزستوري في جامعة مانشستر بإنجلترا عام 1953، لكن حدثت ثورة أكبر في عالم الكمبيوتر باختراع الرقائق الدقيقة.

الرقائق الدقيقة

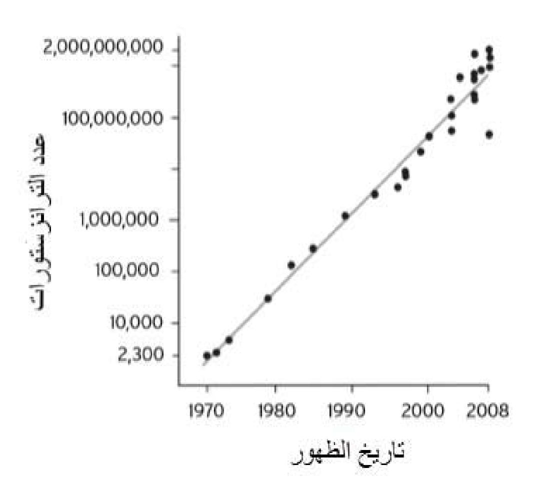
في عام 1958، اخترع جاك كيلبي، من شركة التكنولوچيا الأمريكية تكساس إنسترومنتس شيئًا من شأنه أن يحدث ثورة في عالم أجهزة الكمبيوتر الرقمية، وتغيير العالم إلى الأبد ألا وهو الرقاقة الدقيقة، وهي رقاقة من مادة شبه موصلة مثل السليكون أو الجرمانيوم مطبوعة مع مواد كيميائية أكالة لتكوين دائرة كهربية مصغرة مستقلة- بالتالي يكون الاسم البديل للرقائق الدقيقة هو الدوائر المتكاملة.

الرقائق الصغيرة باستطاعتها احتواء العديد من مُكون الترانزستور مما أتاح لأجهزة الكمبيوتر- التي كانت تشغل حجم غرفة- أن تتقلص لحجم قريب من حجم الطابعة الكبيرة التي يمكن وضعها على مكتب. توفرت أجهزة الكمبيوتر الدقيقة لأول مرة في الأسواق في أوائل السبعينيات، وقد أدت الرقائق الدقيقة إلى بداية تصغير الإلكترونيات، وهي الآن تدخل في كل شيء فعليًا من الهواتف الخلوية وحتى مركبات الفضاء.

قانون موري

في عام 1965 لاحظ جوردن موري أحد الشركاء المؤسسين لشركة تصنيع الرقائق الدقيقة الأمريكية (إنتل) اتجاهًا مثيرًا- الرقائق الدقيقة تصبح مضغوطة أكثر فأكثر، وبالتحديد كان عدد الترانزستورات التي يمكن وضعها على رقاقة واحدة ذات حجم محدد يتضاعف تقريبًا كل عامين، وبالأخذ في الاعتبار ليس عدد الترانزستورات فحسب بل أيضًا الزيادة

التدريجية في جودتها،التي تحولت إلى مضاعفة أداء الرقاقة مرة كل 18 شهر وأصبح هذا ما يعرف باسم (قانون موري)، وما زال ذلك يحدث؛ ففي عام 2007، كان في استطاعة الرقاقة الدقيقة ذات التكلفة المنخفضة أن تشمل مليارات الترانزستورات، وكل منها صغير لدرجة إنه يمكن وضعه على سطح خلية دم، لكن هذا التصغير المستمر لا يمكن أن يستمر إلى الأبد، ففي نهاية المطاف ستبدأ الترانزستورات على الرقاقة في الاقتراب من حجم الذرة، وهنا تقف الطبيعة وقفتها وتقول " يكفي ذلك، ولن يكون هناك ما هو أكثر" وسينهار قانون موري. ويتوقع علماء المستقبل أن هذا سيحدث حوالي عام 2020.



البرمجيات

يقوم مبرمجو الكمبيوتر بترجمة الخوارزمية التي هي عملية حل مسألة ما إلى سلسلة من التعليمات التي يمكن للكمبيوتر أن يفهمها، والتي تعرف باسم البرمجيات، وهو مصطلح صاغه عالم الرياضيات الأمريكي چون توكي 1958.

أهم ما في كتابة البرمجية هو لغة البرمجة، فاللغات البدائية كانت تُعرف على أنها متدنية المستوى- بمعنى أن المبرمج كان عليه أن يتعلم استخدام لغة الأكواد العددية التي يستخدمها معالج الكمبيوتر، وظهرت فيما بعض اللغات عالية المستوى، وهي لغات أكثر سهولة؛ فلغة بيسك (BASIC) هي لغة برمجة عالية المستوى ظهرت في عام 1964 وتستخدم عبارات إنجليزية بسيطة - مثل (If)، و(then)، و(print)- لتوصيل التعليمات إلى معالج الكمبيوتر، وتتطلب اللغات عالية المستوى برمجية خاصة بها تسمى (المترجم) أو المحول البرمجي (compiler) الذي يقوم بترجمة التعليمات التي يدخلها المستخدم إلى كود عددي- لغة متدنية المستوى بكفاءة- يمكن للمعالج قراءته، ومعظم لغات البرمجة

المشهورة الآن - مثل سي بلس بلس (C++)، وروبي (Ruby)، وبايثون (Python) لغات عالية المستوى.

المصدر المفتوح

بينما تهدف معظم مؤسسات البرمجيات إلى الربح، هناك أكواد كمبيوتر مفتوحة المصدر متوفرة مجانًا لأي شخص يريد تحميلها، أو استخدامها، أو حتى تعديلها- بشرط أن يقوم المعدلون بجعل النسخ المعدلة متاحة للاستخدام المجاني أيضًا.

"الكود المصدر" هو الاسم الذي يطلقه المبرمجون على نصوصهم البرمجية عالية المستوى قبل أن يتم تشغيلها خلال المحول البرمجي وتحويلها إلى تيار من البيانات يقرأه المعالج.

بدأت مبادرة المصدر المفتوح عام 1998 على يد المبرمجين: بروس بيرين، وإيريك ريموند، وهذه المبادرة ليست نوعًا من الإيثار الخالص كما يبدو للوهلة الأولى- فتطوير البرمجيات عمل مكلف، وإلقاء المهام البرمجية للجماهير وجعلها مفتوحة لهم يوفر المال ويعطي المؤسسة الكثير من النسخ المختلفة للبرمجيات التي طورها مبرمجون في النطاق العام من أجل أغراض خاصة، ومؤخرًا أصبح مصطلح (مصدر مفتوح) يطلق على المبادرات الأخرى التي تطلب مشاركة العامة في المستويات التطويرية مثل (حكومة مفتوحة المصدر)، ويمكن تصور المصدر المفتوح على إنه مثال لحشد المصادر.

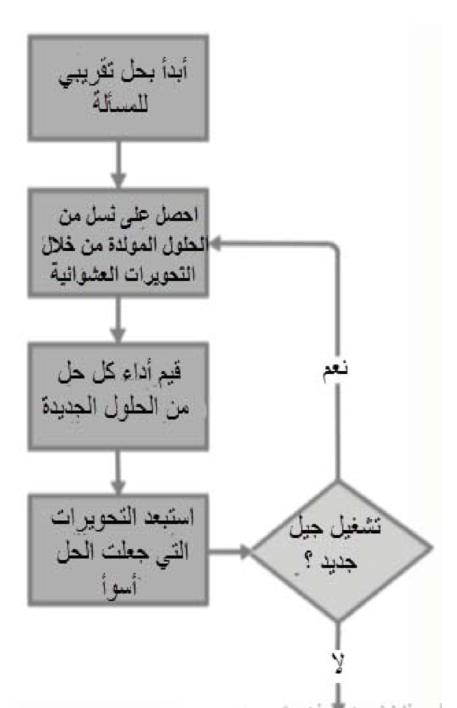
الحوسبة المتوازية

كان للكمبيوتر الدقيق الأول معالج ذو نواة واحدة تكدح في تعليمات المبرمج، ثم ظهرت المعالجات المتوازية فتغير كل شيء؛ فالمعالج المتوازي له معالجات معلومات ذات نواتين أو أكثر، مما يتيح للكمبيوتر تنفيذ مهمتين مختلفتين في نفس الوقت، ففي وجود زوجًا إضافيًا من الأيدي لتنفيذ العمل يصبح تنفيذه أسهل كثيرًا.

ظهرت المعالجات المتوازية لأول مرة في السبعينيات من أجل تطبيقات الحوسبة العلمية المعقدة مثل محاكاة أنظمة الطقس، أو تكون المجرات الدوامية الشاسعة. أما اليوم فتتميز العديد من أجهزة الكمبيوتر الدقيقة المكتبية بوجود معالجات ثنائية أو حتى رباعية النواة

قادرة على مستويات أداء أفضل آلاف المرات من أجهزة الكمبيوتر الفائقة الأكثر تقدمًا في السبعينيات، وبحلول آواخر عام 2009 تم تعديل أسرع جهاز كمبيوتر خارق ليصبح Cray XT5 المعروف باسم Jaguar في المركز القومي للعلوم الحاسوبية في مختبر أوك ريدج الوطني في ولاية تينيسي، ولهذا النظام ما يزيد عن 150000 معالج مما يجعله أسرع من الكمبيوتر المكتبي بأكثر من 10000 مرة، وأسرع 10 مليون مرة من أسلافه في السبعينيات.

الخوارزميات التطورية



الخوارزميات التطورية هي طريقة متطورة لتحسين حلول المسائل الحاسوبية وتعمل عن طريق تقليد عملية الانتخاب الطبيعي لداروين- خاصة مفهوم البقاء للأفضل - لتطوير مجموعة من الحلول وإيجاد الأنسب للمسألة التي بين يدينا.

الفكرة الأساسية هي البدء بمجموعة من الحلول المرشحة ثم يسمح لهذه الحلول أن تتناسل-جوانب من أزواج الحلول التي لصقت معًا بالإضافة إلى التحويرات العشوائية- لخلق جيل جديد من الحلول المرشحة، ثم يقاس أداء النسل الجديد في حل المشكلة، والنسل الذي يفوق والديه يسمح له بإنتاج جيل جديد؛ ويتم التخلص من الباقين، وبذلك تكرر العملية نفسها تدريجيًا مما يؤدي إلى شحذ الحلول الموجودة في المجموعة.

تستهلك الخوارزميات التطورية قدرًا كبيرًا من قدرة الحوسبة إلا أن بحلول المعالجات المتوازية أصبحت هذه الخوارزميات وسائل فعالة لحل المشكلات.

حوسبة الحمض النووي

تخزن جزئيات الحمض النووي المعلومات بنفس الطريقة المستخدمة في الكمبيوتر وعلى غرار عملية معالجة المعلومات التي تحدث في الكمبيوتر باستخدام مفاتيح كهربية دقيقة مخزنة على رقائق الكترونية صغيرة، فإن المعلومات المخزنة داخل الحمض النووي من الممكن التلاعب بها ومعالجتها من قبل الإنزيمات البيولوجية.

عمل هذه الإنزيمات، يحاكي عمل البوابات المنطقية، مثل بوابة و(AND)، وبوابة أو (OR) عن طريق تغيير المعلومات المشفرة على جدائل الحمض النووي بما يتماشى مع القوانين الصارمة للرياضيات.

كمبيوتر الحمض النووي مصمم ليلعب ما يشبه لعبة إكس- أو (X-O)، مثال، استخدامه لتسع حفر عمودية تماثل الخلايا الشبكية التسعة في اللعبة، وضعت فيها ثقافة علم الأحياء الدقيقة. كل إنزيم موجود على حفرة من الحفر يؤدي دورا، ويعمل على التألق - وهذه الحفرة هي المكان الذي اختاره الكمبيوتر لوضع (0) أو (X).

تنفذ معالجات الحمض النووي بشكل طبيعي الحوسبة المتوازية، من خلال تطبيق الحلول المختلفة المحتملة على حالات البداية المتطابقة - مشفرة مثل المعلومات المخزنة على مئات الجزيئات داخل الحمض النووي، وبعد ذلك يتم اختيار أفضل الحلول ليصبح الحل النهائي.

الحوسبة الكميَّة

قدرة الجسيمات على أن تكون في أكثر من مكان في نفس الوقت، إحدى خواص نظرية الكم تُعرف بـ (مبدأ عدم التيقن) يمكن استخدامها في تصنيع أجهزة كمبيوتر مذهلة، فأجهزة الكمبيوتر العادية ترمز البت (أصغر الوحدات الحاملة للمعلومات) في نظام العد الثنائي - وكل وحدة حاملة يمكنها أن تأخذ القيمة (0 أو 1)، ولكن في الكمبيوتر الكمي يمكن لهذه الوحدة أن تأخذ كلا من القيمتين 0 و1 في نفس الوقت، ويعني ذلك أن البايت وهو قطعة من البيانات مكونة من 8 بت، يمكنه أن يمثل 28 أي 256 رقم - في نفس الوقت، ويؤدي العمليات الحسابية على ذلك البايت الكمي الوحيد، وكذلك على كل رقم من الـ 256 رقم التي يخزنها.

يعرف البت الكميّ بـ 'النقطة الكمية المكدسة' ؛ يستطيع المعالج الكميّ المزود بعدد هائل من النقاط الكمية تنفيذ عدد هائل من العمليات الحسابية على التوازي - هي أجهزة كمبيوتر منفذة للعمليات الحسابية على التوازي بشكل غير مسبوق. في الوقت الحاضر يوجد معالج كميّ واحد في المختبرات؛ أما أجهزة الكمبيوتر المكتبي، فإن الكمية لن تصدر إلا بعد سنوات عديدة.

الألعاب الكمية

تتمكن أجهزة الكمبيوتر الكميّة من معالجة مقدار ضخم من المعلومات من خلال استغلال القوانين الغريبة للعالم الكميّ، ولقد وجد العلماء أن ممارسة الألعاب على أجهزة الكمبيوتر الكمية من شأنها تقديم استراتيچيات جديدة، ودراسة هذه النظريات هو فرع من فروع العلم المستمدة من تطبيق مبادئ الكم على نظرية الألعاب.

ربما أحد الألعاب الكمية البسيطة هي إلقاء عملة كمية، والتي من الممكن تمثيلها في كمبيوتر من خلال حالات الكم المغزلي لجسيم ما مثل الإلكترون، لنقل أن "الغزل لأعلى" يمثل الصورة، و"الغزل لأسفل" يمثل الكتابة يمكن أن تكون العملة العادية صورة أو كتابة لكن العملة الكمية ستظهر الصورة والكتابة في نفس الوقت. فهم استراتيچيات نظرية الألعاب الكمية سيمنح اللاعبين المراوغين العديد من الإمكانيات التي يمكن استغلالها.

تظهر مكونات مماثلة للعملة الكمية في تصميم أجهزة الكمبيوتر الكمية، وسيتعين على المبرمچين فهم نظرية الألعاب الكمية جيدا حين يقرروا تطوير برامج على هذه الأجهزة المستقبلية.

تخزين البيانات

الشريط المثقب

أجهزة الكمبيوتر الرقمية الأولى، مثل الكمبيوتر العملاق البريطاني في الأربعينيات من القرن العشرين، لم تستخدم حتى وسائط إلكترونية لتسجيل البيانات، فأجهزة الكمبيوتر

البدائية استخدمت كروتًا مثقبة لتسجيل المعلومات خلال ترتيب من الثقوب الموجودة على قطعة جامدة من الورق المقوى، ويحتاج الأمر إلى عامل بشري يقوم بتغذية الكمبيوتر بالكروت يدويًا ويقوم بإزالتها مجددًا، ولا عجب في أن ضاق العلماء ذرعًا، بذلك فأفسحت الكروت المثقبة المجال لظهور الأشرطة المثقبة- التي هي عبارة عن شريط طويل من الكروت المثقبة ملتصقة معًا، والتي يستطيع الكمبيوتر بنفسه التبديل بينها.

كانت الكروت والأشرطة المثقبة تُقرأ من خلال أنظمة من الدبابيس الزنبركية المحملة التي تلاءم الثقوب، وفيما بعد أصبحت القراءة قائمة على تقنية بصرية- باستخدام أشعة ضوئية تسقط على الثقوب، ولأنظمة تخزين البيانات هذه تاريخ طويل- استخدمت أولاها لتخزين برامج لغزل أنوال النسيج في بدايات القرن الثامن عشر.

الذاكرة المتطايرة

كانت أجهزة الكمبيوتر المنزلية الأولى فقط قادرة على تخزين البيانات فيما يعرف باسم الذاكرة المتطايرة- وهي الذاكرة التي تتطلب وجود مصدر ثابت للطاقة. افصل جهاز الكمبيوتر الخاص بك دون حفظ محتويات الذاكرة إلى جهاز تخزين غير متطاير وستخسر كل شيء.

والشكل الأكثر شيوعًا للذاكرة المتطايرة هو ذاكرة الوصول العشوائي (RAM)، التي تقوم بتخزين بتات من المعلومات الثنائية باستخدام الشحنات المخزنة في مصفوفة من الترانزستورات الموجودة على رقاقة دقيقة.

وكان للكمبيوتر المكتبي الأول ذاكرة وصول عشوائي فقط إلا أن الآن ذاكرة الوصول العشوائي هي أحد أنواع الذاكرات المؤقتة أو العاملة التي يستخدمها الكمبيوتر لتنفيذ مختلف المهام الفرعية المشاركة في تشغيل البرنامج قبل أن تكتب النتائج في جهاز تخزين ذي ذاكرة غير متطايرة.

في الأيام الأولى لأجهزة الكمبيوتر المنزلية في السبعينيات والثمانينيات كانت الذاكرات غير المتطايرة تتكون من أشرطة الكاسيت أو الأقراص المرنة إذا كنت محظوظًا، أما هذه الآونة تمثل الأقراص الصلبة، والتخزين الضوئي والذاكرة الوميضية (Flash memory) حلولا أكثر ملائمة.

الأقراص الصلبة



أقراص الحاسوب الصلبة هي المجموعة الرئيسة من الذاكرات غير المتطايرة، يستخدمها معظم مستخدمي الكمبيوتر اليوم، وهي شكل من أشكال الأوساط الممغنطة مثل أشرطة الكاسيت والأقراص المرنة التي سبقتها وفي الواقع أن وجود الأقراص المرنة هو أصل المصطلح قرص "صلب، فالأقراص المرنة امتازت بالمرونة- مصنوعة من فيلم بلاستيك رقيق مطعمة بجسيمات معدنية بينما الأقراص الصلبة تتميز بالجمود فهي مصنوعة من مادة صلبة مثل الزجاج المطلي بطبقة من مادة مغناطيسية لحمل البيانات، وينقسم سطح القرص إلى العديد من المناطق الصغيرة، وكل منطقة يمكنها تخزين بت واحدة من البيانات التي يتم تسجيلها عن طريق مغنطة هذه المنطقة، وهذا يصلح؛ لأن المغنطة ترتبط باتجاه (فكر في اتجاه الشمال- الجنوب للمجال المغناطيسي للأرض)- وبالتالي فإن إزاحة اتجاه المغنطة باستطاعته تغيير قيمة البت المخزنة من صفر إلى واحد أو العكس.

تدور الأقراص الصلبة لأجهزة الكمبيوتر المكتبية الحديثة بسرعات تصل إلى 10000 لفة في الدقيقة وتستخدم أكواد تصحيح الخطأ لضمان دقة البيانات التي تخزنها.

الذاكرة الوميضية

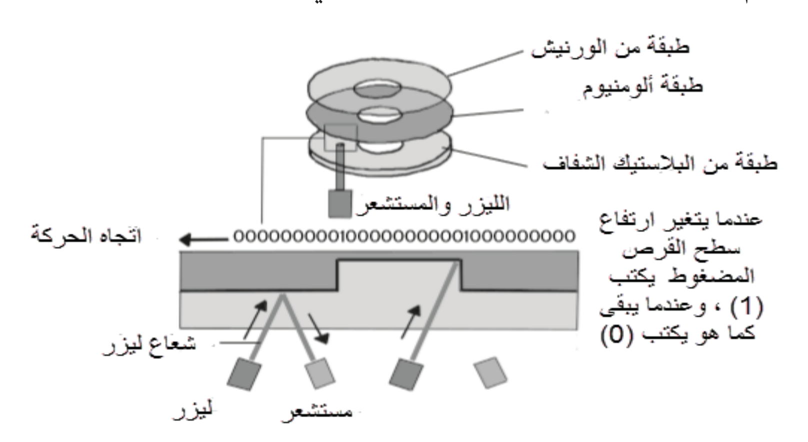
في حين كانت الأقراص المرنة وأشرطة الكاسيت فيما سبق هي الوسائط المحمولة التي يقع عليها الاختيار، لتخزين البيانات حلت الآن الذاكرة الوميضية محلها. بطاقات الذاكرة(SD)، وشرائط الذاكرة (memory sticks)،ووحدة الذاكرة الوميضية (USB flash drive) جميعها أشكال للذاكرة الوميضية، وهي ذاكرة غير متطايرة وبالتالي تحتفظ بالبيانات، حتى عندما يتم فصل مصدر الطاقة، وذلك عن طريق استخدام رقائق دقيقة

مصنوعة من أشباه موصلات، تحتوي عددًا من الترانزستورات التي لها القدرة على أن تظل أما على وضع التشغيل أو الإيقاف حتى عندما يتم فصلها من جهاز الكمبيوتر، فالترانزستور في وضع التشغيل يخزن 1 من البيانات الثنائية، وفي وضع الإيقاف يخزن صفرًا.

تستخدم رقائق الذاكرة الوميضية الآن في أجهزة (الآيبود)، والكاميرات الرقمية، والهواتف الخلوية، وكاميرات الفيديو، وبدأت في حل محل الأقراص الصلبة في بعض أجهزة اللابتوب وأجهزة الكمبيوتر المحمولة، حيث يفضل استخدامها لقدرتها على التكيف مع الصدمات.

التخزين الضوئي

كان أول وسط ضوئي لتخزين البيانات هو القرص المدمج- الذي استخدمه ناشرو الموسيقى لتسويق أصوات رقمية عالية الجودة، وهي ذاكرة غير متطايرة تعمل بطريقة مختلفة جوهريًا عن الأقراص الصلبة التي تستخدم الطاقة المغناطيسية لحفر البيانات على قرص ممغنط، فأقراص ذاكرة القراءة فقط (CD-ROM) (مما يعني إنه يمكن فقط القراءة منه وليس التخزين فيه) تحتفظ بالبيانات على هيئة "حفر" ضغطت على سطح القرص البلاستيكي، وعمق كل "حفرة في" يقوم بترميز بت من البيانات الثنائية، وإسقاط شعاع ليزر على الحفر يتيح قراءة قيمة البت المراد قراءتها، ويمكن الكتابة في الأقراص المضغوطة القابلة لإعادة الكتابة فيها من قبل مستخدم الكمبيوتر، وتعمل بشكل مختلف قليلا، عن طريق استخدام الليزر لتغيير إنعكاسية القرص بطريقة تحاكي وجود الحفر.

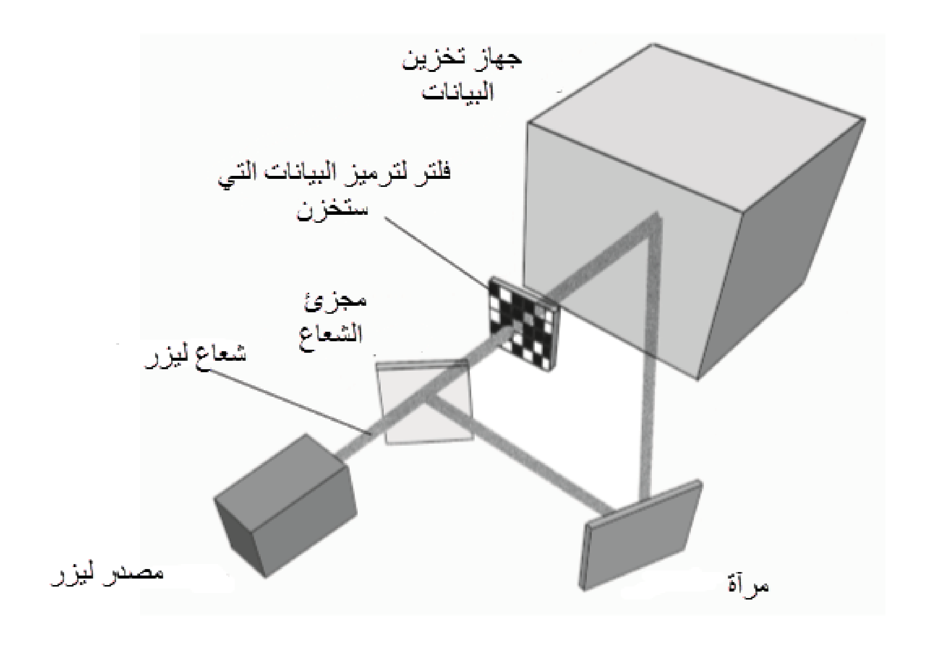


بيع أول قرص مدمج للموسيقى عام 1983، وتبعه فيما بعد أول قرص مدمج -ذاكرة قراءة فقط، ولها سعة محددة تبلغ 700 ميجا بايتس، وقد تحسنت النسخ الأحدث كثيرًا في هذا الصدد؛ فعلى سبيل المثال يمكن لقرص الدي في دي (القرص الرقمي متعدد الجوانب)(DVD) أن يخزن حتى 9.4 جيجا بايتس-9.4 مليار خلية من البيانات.

الذاكرة ثلاثية الأبعاد (الهولوجرامية)

تعمل وسائط التخزين البصرية مثل الأقراص المدمجة وأقراص (DVD) عن طريق ترميز البيانات على سطح الوسط؛ أما الذاكرة ثلاثية الأبعاد فتقوم بتخزينها على هيئة ثلاثية الأبعاد داخل هذه الوسائط. وهي تعمل عن طريق استخدام الليزر لحرق الهولوجرام داخل مادة حساسة للضوء، وينقسم الشعاع إلى جزأين- الأول يتم اسقاطه من خلال مرشح يقوم بطباعة البيانات الثنائية المراد تخزينها على الهولوجرام، ثم يرتد الآخر على مرآة بحيث يتقاطع مع الأول، ويلتقيان داخل وسط التخزين الذي تسجل فيه صورة من البيانات، ويمكن تخزين كميات هائلة من البيانات بهذه الطريقة، و(أقراص التصوير المجسم متعددة الاستخدامات) (HVDs) الحالية يمكنها تخزين 500 جيجابايت- الحد النظري المتوقع لها تقريبًا عدة تيرابايتس لكل سنتيمتر مكعب من المادة.

وخلافًا لمحركات الأقراص الصلبة والتخزين الضوئية التقليدية، التي تتحلل وتفقد البيانات مع مرور الوقت، الذاكرة الثلاثية الأبعاد هي شكل قوي جدًا من تخزين البيانات التي يمكن استخدامها لأرشفة طويلة الأجل من المعلومات. من الناحية الفنية، فهي مثال للذاكرات من النوع (WORM) (الكتابة مرة واحدة وقراءتها أكثر من مرة).



أجهزة الغزل الإلكتروني

وسائط التخزين الإلكترونية التقليدية، مثل ذاكرة الوصول العشوائي المتطايرة، والذاكرة الوميضية، تعمل من خلال ترميز المعلومات باستخدام شحنة كهربية من جسيمات تحت ذرية تسمى الإلكترونات، أما المجال الناشئ من الإلكترونيات الدورانية فيستفيد أيضًا من الغزل الكمي للإلكترون؛ لأن الغزل الكمي لجسيم ما يمكن أن يكون في إحدى حالتين- في الأعلى أو في الأسفل- فيمكن استخدام الإلكترون لتمثيل آحاد وأصفار البيانات الثنائية.

من المأمول أن تصبح ذواكر أجهزة الغزل الإلكتروني أصغر وأسرع وأكثر متانة من الخيارات الحالية، وأن توفر أيضًا تحسينًا لكثافة الذاكرة، أما استهلاك الطاقة فسوف يتقلص إلى حد كبير. وبالإضافة إلى ذلك، قد تجد أجهزة الغزل الإلكتروني تطبيقات في الحوسبة الكمية، فهي تقدم إحدى الوسائل الممكنة لتخزين بتات المعلومات الكمية ونقلها.

تقنية الإنترنت

الإنترنت

في عام 1958 أسست الولايات المتحدة الأمريكية وكالة مشاريع بحثية متقدمة (ARPA)- وحدة فكرية وبحثية تهدف إلى الحفاظ على الإبداع الأمريكي في وضع يفوق منافسيه. وخلال عشر سنوات من ذلك توصلت هذه الوكالة إلى طريقة لربط أجهزة الكمبيوتر معًا بحيث يمكنهم تبادل البيانات عن بُعد، وفي عام 1969 تم تطبيق هذا المشروع الذي عُرف باسم (ARPANET) وتم ربط جهازين كمبيوتر - أحدهما في جامعة كاليفورنيا والآخر في جامعة ستانفورد.

ربطت نقطتان أخريان بعد ذلك سريعًا، وبحلول عام 1971 وصل العدد إلى 15، وبحلول ثمانينيات القرن أقامت المجتمعات الأكاديمية شبكات أخرى مشابهة في دول أخرى، ثم جاء بعد ذلك التنفيذ التجاري الذي بدوره مكن مستخدمي أجهزة الكمبيوتر المنزلية من الاتصال بشبكات عامة باستخدام شكل بدائي من أشكال الوصول إلى الإنترنت ألا وهو مودم الطلب الهاتفي، وهذا مكن المستخدمين من إرسال رسائل بريد إلكتروني، ومشاهدة المعلومات المكتوبة على لوحات إخبارية إلكترونية ولعب ألعاب جماعية بسيطة، لكن التطوير الرئيسي الذي حول الإنترنت إلى كلمة مألوفة كما هي عليه الآن من شأنه أن يأتي لاحقًا، إنه الشبكة العنكبوتية العالمية.

البريد الإلكتروني:

تكونت معظم حركة البيانات في بدايات الإنترنت من البريد الإلكتروني (electronic mail)، واختصاره email، وأرجع معظم الخبراء الفضل في اختراع البريد الإلكتروني إلى المبرمج (راي توملينسون)، فقد أرسل أول رسالة بريد إلكتروني على الإطلاق عام 1971؛ وكانت رسالة مرسلة بين جهازي كمبيوتر في شركة (بي بي إن) الأمريكية التي كان توملينسون يعمل بها، وكانت الرسالة إحدى مهام تطوير برمجية لمشروع وكالة المشاريع البحثية المتقدمة (ARPANET)؛ رائدة الإنترنت.

أخذ توملينسون برنامج مراسلة يعمل بين مستخدمي كمبيوتر واحد وأضاف عناصر من برمجيات مصممة لنقل الملفات بين أجهزة كمبيوتر مختلفة متصلة عبر شبكة، مما مكَّن كل مستخدمي (ARPANET) من إرسال رسائل إلى بعضهم البعض، وبادر أيضًا باستخدام الرمز @ لفصل اسم المستخدم عن موقعه. لا يستطيع توملينسون تذكر ما كتبه في رسالته الأولى. وبعد مرور سبع سنوات من ذلك ظهر أول بريد مزعج (بريد إلكتروني غير مرغوب فيه).

الشبكة العنكبوتية العالمية (الإنترنت)

(تيم بيرنرز لي)، هو فيزيائي يعمل في مختبر سيرن المعجل للجسيمات على الحدود الفرنسية السويسرية، وقد تساءل عما يمكن أن يحدث إذا كان من الممكن استخدام الإنترنت للوصول إلى وثائق مستضافة على أجهزة الكمبيوتر البعيدة. النقر على الكلمات المميزة، يمكن أن يأخذ المستخدم إلى وثائق أخرى- ليست بالضرورة مستضافة على الكمبيوتر ذاته. والأفضل من ذلك، ماذا يحدث إذا كان بإمكان أي شخص نشر الوثائق الخاصة به وربطها بالمواد الموجودة، وهكذا نشأت شبكة الإنترنت، وكان ذلك في عام 1989. وفي عام 1990، كتب بيرنرزلي لغة البرمجيات التي يتم من خلالها ترميز صفحات الويب- وهي لغة إعداد النص أو.html

وبحلول عام 1990، كان هناك مجموع كلي من 26 خادماً للويب- وهي الأجهزة التي تقوم بتخزين صفحات الويب- المنتشرة في جميع أنحاء العالم. في الواقع، كانت شبكة الإنترنت لا تزال صغيرة، لدرجة أنها كان لديها صفحة فهرس واحدة. وبإطلاق واجهة الإنترنت الرسومية موزياك - أول متصفح إنترنت - في عام 1993، أصبح تصفح الإنترنت فجأة هواية من السهل على أعداد كبيرة من الناس الوصول إليها. وقد مهّد ذلك، الطريق إلى النمو المتسارع في شعبيته، مما أدى في نهاية المطاف إلى المدينة الإلكترونية مترامية الأطراف، والتي هي اليوم الشبكة العنكبوتية العالمية.

الاتصال بالإنترنت

أبسط طريقة لتوصيل الكمبيوتر بالإنترنت هي توصيله عن طريق المودم (الوسيط) الهاتفي، وهو الجهاز الذي يربط الكمبيوتر بخط الهاتف. ومن ثم يمكن استخدام خط الهاتف لطلب "موفر خدمة الإنترنت"، الذي يعمل بمثابة محطة تقوية للكمبيوتر للتواصل بشبكة الإنترنت- لإرسال واستقبال البيانات، مثل البريد الإلكتروني أو صفحات شبكة الإنترنت. يعتبر الاتصال الهاتفي الآن وسيلة بطيئة جداً للاتصال بالإنترنت، فهو يسمح بسرعة 56 كيلو بت فقط من البيانات الثنائية في الثانية الواحدة.

في أواخر التسعينيات، أصبحت أول خدمات النطاق العريض متاحة. DSL الذي يرمز إلى (Digital subscriber line) أي الخط الرقمي للمشترك هو أحد الأمثلة الأولية والتي لا زالت مستخدمة إلى اليوم، وتستخدم التقنية الرقمية لحزم كميات شاسعة من المعلومات وصولا إلى خط الهاتف القياسي.

أسرع خطوط DSL الحديثة، توفر معدلات تحميل تصل إلى 24 ميجابت في الثانية الواحدة.؛ كابلات المودم - التي تقوم بتوصيل البيانات عبر نفس مسار كابل التليفزيون-تقدم سرعات مماثلة لDSL.و في الوقت الحاضر، يستقبل معظم الناس خدمة إنترنت النطاق العريض لمنازلهم على جهاز توجيه (router) الذي يقوم بدوره ببث موجات النطاق العريض لاسلكيًا حول المنزل على هيئة إشارة راديوية، وهذا ما يعرف باسم الواي- فاي.

الشبكة المحمولة

توفر الشبكات الاجتماعية والمدونات للمستخدمين، المعلومات بشكل مستمر، وكان ذلك حافزاً للوصول إلى الإنترنت، ليس فقط في المنزل والمكتب، ولكن أثناء التجوال أيضًا، وتقدم الآن العديد من الحانات والمقاهي خدمة الواي فاي المجانية للعملاء، كما أن بعض المدن أقامت ما يسمى بخدمة الواي فاي على مستوى المدينة. حيث صممت محطات الإرسال والاستقبال التغطية الشاملة عبر مركز المنطقة الحضرية، ويمكن لأي شخص معه كمبيوتر محمول لاسلكي أو هاتف خلوي به خاصية الواي فاي الدخول إلى

الإنترنت، وأصبحت مدينة ساني فيل بكاليفورنيا أول مدينة أمريكية تقوم بـذلك في عـام 2005. أمـا الآن فهناك شبكات واي فاي عامة تعمل في مدن أخرى، ومنها فيلادلفيا ومينابوليس.

يمكن لكثير من الهواتف الخلوية خارج المدن نقل كميات أقل من البيانـات خـلال الجيـل الثالـث مـن شبكات الهواتف الخلوية (G3) التي تتيح سرعات تحميل تصل إلى بـضع ميجابـايتس في الثانيـة حيـثما توجد إشارة هاتف خلوي.

القارن (**Bluetooth**)

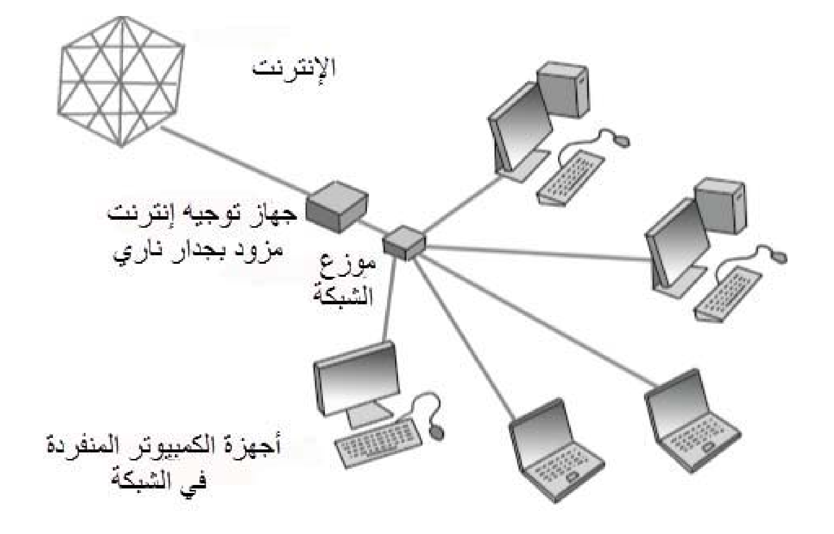
القارن (أو البلوتوث) هو نظـام شـبكة لاسـلكية قـصير المـدى يـستخدم لنقـل الملفـات والبيانـات بـين الأجهزة- مثل هاتفك الخلوي، وجهاز الكمبيوتر الخاص بك- وهو مفيد بصفة خاصة للأجهزة المحمولة، وللتقليل عدد التوصيلات في المكاتب- وذلك بفضل لوحات المفـاتيح، والفـأرة والطابعـات التـي تعمـل بالبلوتوث. وباستطاعة البلوتوث إرسال بيانات ثنائية بمعدل يصل إلى 3 ميجابايتس في الثانية، والحدود الرسمية لمدى البلوتوث هي 100 متر لكن تمكن بعض الشغوفين بـالأمر مـن مـد ذلـك بـشكل ملحـوظ ليصل إلى ما يقارب 2 كم (ما يزيـد عـن ميـل) باسـتخدام هوائيـات أكـثر، ويعـرف ذلـك باسـم بنـادق البلوتوث (Bluesniping) ويستخدم أحيانًا في الاقتران بأجهزة شخص آخر -عندما تكون خاصية البلوتوث مفتوحة- من أجل الوصول غير المصرح به، وهو أحد أشكال الاختراق الإلكتروني والدخول وُيعرف باسم (Bluesnarfing)

أمن الإنترنت

في شبكة تغطي العالم بأسره، لن يكون الجميع جديرين بالثقة، وكذلك سيجلب اتـصالك بالإنترنـت حـتمًا أخطـارًا أمنيـة- وخاصـة بـسبب زيـادة عـدد التحـويلات الماليـة خـلال الإنترنـت. تتمثـل المخـاطر في المخترقـين الـذين يـستهدفون أجهـزة الكمبيـوتر مبـاشرة بالإضافة إلى هجمات تطبيقات البرمجيات العدائية؛ فمثلا الفيروسات هـي بـرامج تقـوم بنسخ نفسها داخل جهاز الكمبيوتر من خلال الرسائل الإلكترونية التي تحمل فيروسـات،

أو وسائط تخزين البيانات، ثم تقوم بتعطيل وظائف الكمبيوتر الطبيعية، ومن ناحية أخرى هناك برمجيات التجسس التي تقوم بتثبيت نفسها على الكمبيوتر، وترصد ضغطات مفاتيح المستخدم وتمررها إلى طرف ثالث لجمع المعلومات مثل كلمات السر. وفي الوقت ذاته، هناك الروبوتات (Bots) وهي برامج تجند موارد جهاز

كمبيوتر ما، وتستخدمها ضد الأجهزة الأخرى.،ويعرف وكلاء البرمجيات الخبيثة باسم "البرامج الضارة" (malware). ويمكن لمستخدمي الكمبيوترتثبيت البرامج التي من دورها البحث عن أي برامج ضارة وإلغاؤها مباشرةً، وبرامج مكافحة الفيروسات هي أحد الأمثلة على ذلك. وقد تم تجهيز معظم أجهزة الكمبيوتر وموجهات الإنترنت، بأنظمة حماية تسمى "جدران نارية" تعمل على منع محاولات الوصول لأي جهاز كمبيوتر. وهذه هي الطريقة الأساسية لصد أي هجوم من قبل المخترقين



الحوسبة الشبكية

الحوسبة الشبكية هي حوسبة متوازية فاقت الحدود، والفكرة هي أن تشغيل برنامج ما لم يعد مقسمًا بين المعالجات الفردية داخل جهاز كمبيوتر واحد فحسب، بل بين أجهزة كمبيوتر مختلفة مرتبطة ببعضها عبر الإنترنت، وبصفة خاصة، فإن الحوسبة الشبكية تؤكد على استخدام موارد الكمبيوتر التي قد تكون في وضع الخمول مثل، الوقت الخارج عن

ساعات العمل في أماكن العمل والتي يستخدمها عادة الباحثون البشريون.

وأحد أمثلة الحوسبة الشبكية هو مشروع يسمى SETI@Home والذي تستخدم فيه الأوقات الخاملة لأجهزة الكمبيوتر التي يمتلكها عامة الناس وذلك لتحليل بعض البيانات من التلسكوبات الراديوية التي تشارك في بحث SETI عن الحياة الفضائية. وقد شكّل عدد من الجامعات في مختلف أنحاء العالم ائتلافات حوسبة شبكية للبحث العلمي.

ظهر في الآونة الأخيرة،تطور جديد للنهج الشبكي، عُرف باسم "البرمجة السحابية". حيث تقدم الشركات موارد الحوسبة الخاصة بها عبر الإنترنت إلى أي شخص يطلب منهم، مقابل دفع ثمنها على أساس المنفعة، تماماً مثل الغاز والكهرباء.

الإنترنت 2

تنقل الشبكات الأكاديمية المشاركة في مشاريع البرمجة الشبكية كميات كبيرة من البيانات. والإنترنت 2 هو مشروع لتلبية هذا المطلب من خلال توفير خدمة إنترنت فائقة السرعة بين أكثر من 200 جامعة في الولايات المتحدة. أسرع شبكات الإنترنت الأساسية الاعتيادية في الوقت الحالي، تقوم بنقل البيانات بمعدل بضع الجيجا بتات في الثانية (مليار بت من البيانات الثنائية)، (GbPS). ومع تكنولوچية إنترنت 2، يمكن أن يصل ذلك إلى 100 جيجا بت في الثانية. ولكن الفضل في ذلك لا يرجع للأجهزة فحسب بل أن البنية التحتية لإنترنت 2 تحقق الاستغلال الأمثل لبرمجيات مبتكرة لمعالجة البيانات والمعروفة باسم "البرامج الوسيطة"(middleware)، لتسريع تدفق المعلومات عبر الشبكة.

الشبكة الدلالية

أي شخص صارع محرك بحث عبر الإنترنت للحصول على معلومة محددة، سيدرك كم هو أمر محبط. فأساس المشكلة، هو أن أجهزة الكمبيوتر لا تفهم تماماً ما طلبت أنت البحث عنه، فهي فقط تحاول أن تطابق بين الكلمات المنفردة الموجودة في استعلام البحث الخاص بك، مع الكلمات الرئيسة المتواجدة على مواقع الإنترنت. فعلى سبيل المثال، قم بالبحث عن الموسيقى المستخدمة في إعلان ليفي قبل بضع سنوات، التي أظهرت الناس يركضون

من خلال الجدران. فكل ما ستحصل عليه هو مجرد مواقع تعرض الكلمات الفردية الموجودة في البحث، ولكن لا شيء من المعنى الكامن. فمن المستبعد تماماً حصولك على الإجابة الصحيحة: "رقصة هاندل". ومن هنا يأتي دور الشبكة الدلالية.

340 الرجوع للأصل وقد طورها جزئيًا أبو شبكة الإنترنت العالمية تيم بيرنرز، وهو مشروع لترتيب صفحات الويب طبقًا لمعنى المعلومات التي تخزنها بدلا من ترتيبها فقط على أساس الكلمات الدلالية البسيطة.

بادر بيرنرزلي بمشروع الشبكة الدلالية في عام 1999، ومنذ ذلك الحين تطورت لغات الكمبيوتر الجديدة التي تستخدم في كتابة صفحات الويب- مثل لغة وجودية الويب WOL (Web Ontology Language) - وكذلك محركات بحث الشبكة الدلالية مثل (Swoogle)، لكن على الرغم من الفترة الطويلة لقيام مشروع الشبكة الدلالية إلا أن استخدامه يبدو إنه لا يزال بدرجة كبيرة في مرحلة غير ناضجة.

اتجاهات الويب

خدمة الخلاصة (**RSS**)

لا أحد يملك الوقت الكافي لينتقل باستمرار من موقع إخباري أو مدونة إلى أخرى بحثًا عن تحديثات، وهنا يأتي دور(RSS). بالنسبة لمعظم من يستخدمونه ترمز إلى "really simple syndication" وتعني (تلقيم مبسط جدا) على الرغم من أن آخرين يقولون أن أصل الاختصار هو 'rich site summary" وتعني ملخص المواقع الثري وتعمل هذه الخدمة من خلال استخدام برمجية ترصد المواقع من أجل التحديثات، ويقوم المستخدمون بالاشتراك في تزويد (RSS) من المواقع التي يهتمون بها، وعندما يتم نشر محتوى جديد تقوم هذه الخدمة تلقائيًا بتنزيل النص وتنبيه المستخدم لوجود تحديث.

لخدمة (RSS) تاريخ تنمية طويل يمتد من التسعينيات لكنه لم يبدأ في الانتشار إلا تقريبًا في عام 2005، وقد أثبتت أهميتها بالنسبة للمهنيين الذين يرغبون في مستجدات من المعلومات دقيقة بدقيقة- مثل الصحفيين. وقادت خدمة (RSS) إلى البث، الذي يشترك

فيه المستخدمون ليس للحصول على مستجدات النصية بل المحتويات الصوتية التي يمكن سماعها من خلال أجهزة الآيبود، أو أي جهاز مشغل للملفات من صيغة (MP3).

تبادل الملفات

تبادل الملفات-تمامًا كما يظهر من اسمه- يتيح لأي شخص يستخدم الإنترنت الوصول إلى الملفات الموجودة في ملف عام على جهاز الكمبيوتر الخاص بك مجانًا، وفعل ذلك مع ملفات الموسيقى من امتداد MP3، أو ماهو أسوأ ؛ ملفات الفيديو من امتداد MPEG هو انتهاك خطير لحقوق التأليف والنشر الذي وضع المستخدمين والشبكات مثل - نابستر وكازا- في ورطة كبيرة. ويقوم المستخدم بالبحث في شبكات تبادل الملفات عن طريق كتابة ما يبحث عنه- وليكن ملف (MP3)- في برمجية الشبكة التي بدورها تعرض قائمة من جميع أجهزة الكمبيوتر على الشبكة التي يمكن منها تحميل ذلك الملف.

كانت نابستر إحدى الشبكات التي قمعتها السلطات بسهولة، لأنها تعتمد على قاعدة بيانات مركزية مخزنة على خادم مركزي- قم بإطفاء ذلك وسينتهي أمر الشبكة، أما في هذه الآونة أصبحت شبكات تبادل الملفات مثل جنوتيلا أصعب في القمع بسبب عدم وجود قاعدة بيانات رئيسة - بدلا من ذلك تتصل أجهزة الكمبيوتر في الشبكة ببعضها البعض مباشرة. أحيانًا تعرف شبكات تبادل الملفات باسم شبكات الند للند (peer-to-peer networks)

التدوين

لمدونة (blog) - اختصار لكلمة (weblog)- هي مفكرة عامة أو تعليق محفوظ على الشبكة العالمية العنكبوتية، وقد نمت شعبيتها نموًا هائلا منذ إنشاء أوائل المدونات في أواخر التسعينيات، واستمرت المدونات في بداياتها بسبب المتحمسين للويب لكن أصبحت الآن إحدى صيحات الموضة بالنسبة للسياسيين والشخصيات المعروفة في جميع مجالات الحياة أن يمتلكوا مدونة.

تستخدم المدونات عادة اللغة الحوارية، ولذلك تكتب التدوينات بسرعة أكبر من السرعة التي تكتب بها الكتابات المطبوعة وبلغة أقل تنميقًا منها - وهذا هو سبب لجوء الصحفيين

في كثير من الأحيان إلى مدوناتهم لنشر الأحداث المهمة بسرعة. وفي نهاية عام 2007 كان هناك ما يقدر بحوالي 112 مليون مدونة.

أصبح ما يسمى بـ "التدوين الدقيق"(Microblogging) رائجًا مؤخرًا، وقد يكون ذلك ناتجًا عن إفراط المعلومات الذي تسببت فيه كثرة المدونات الموجودة. غالبًا تكون التدوينات في المدونات الدقيقة محدودة بعدد من الحروف، وربما يكون أشهر مواقع التدوين الدقيق هو موقع تويتر الذي فيه لا يتجاوز المنشور 140 حرفًا- طول الرسائل النصية التي ترسل عبر خدمة الرسائل القصيرة (SMS)

الشبكات الاجتماعية

أصبحت الشبكات الاجتماعية هي الحل لأولئك الذين لا يستطيعون التواصل مع أصدقائهم بشكل دائم، حيث أنها تجعل التواصل أسهل. وتوفر معظم مواقع الشبكات الاجتماعية لمستخدميها البريد الإلكتروني، والدردشة الحية، وأيضاً الصفحة الشخصية الرئيسة حيث يمكنهم نشر المعلومات عن أنفسهم. كما يمكنهم إضافة مستخدمين آخرين "كأصدقاء"، حيث يستطيعون رؤية صفحات الملف الشخصي لبعضهم البعض وتبادل الرسائل. كما هو الحال مع نظام التدوين الصغير،يمكن للمستخدمين نشر الرسائل التي تظهر لكل أصدقائهم- مثل، "حفلة في منزلي يوم السبت". وأكبر مواقع الشبكات الاجتماعية اليوم هي ماي سبيس والفيسبوك.

الإشارات المرجعية الاجتماعية

في حين أن نُظم الشبكات الاجتماعية تُمكِّن مستخدميها من البقاء على تواصل مع أصدقائهم، فالإشارات المرجعية الاجتماعية هي وسيلة لتبادل الإشارات المرجعية - أي مؤشرات إلى صفحات الويب التي يستخدمونها- أما مع شبكة من الأصدقاء، أو مع العالم بأسره. وعلى عكس تبادل الملفات، لا يوجد شيء غير قانوني في شبكات الإشارات المرجعية الاجتماعية؛ لأن كل ما يتم نشره أو تحميله هو عناوين الويب- وليس مضمونها الفعلي. وهي تعمل عن طريق المستخدمين الذين يقومون بوضع إشارات مرجعية

لمواقعهمم المفضلة ثم ترتيبها مع إشارات إلى الموضوع حتى يتمكن الآخرون من البحث عن المواقع الأكثر شهرة المختصة بموضوع معين، ويعتبر ذلك. في نواحٍ كثيرة أكثر فعالية من استخدام محركات البحث التقليدية للبحث عن المواقع، فمن يقوم بتحديد إشارات البحث هم بشر لهم القدرة على فهم محتويات صفحة الويب- بدلا من الكمبيوتر الذي يعجز عن ذلك.. ومن نظم الإشارات المرجعية الاجتماعية المشهورة.Digg وdel.icio.us

تسجيل بيانات الحياة

تخيل كيف سيكون الحال لو كان بإمكانك الحصول على سجل إلكتروني شامل لكل ما حدث في حياتك. فكل شيء قد رأيته وسمعته وقرأته وأُخبرت به، مخزن في قاعدة بيانات قابلة للبحث يمكنك الوصول إليها ببضع ضغطات فقط؛وهذا هو الهدف وراء ما يسمى بتسجيل بيانات الحياة،. حيث يستخدمون كاميرات يمكن ارتداؤها، وميكروفونات وأجهزة تحديد المواقع لإنشاء سجل بفهرس زمني لحياتهم.

كان ستيف مان عالم الكمبيوتر بجامعة تورنتو الرائد لهذا المجال ؛حيث بدأ في عام 1994، باستخدام الكاميرات والمعدات الأخرى لتسجيل الحياة لإنشاء سجل لحياته على مدار الأربعة وعشرين ساعة. وتخزين مثل هذه الكميات الهائلة من المعلومات، يحتاج إلى محركات أقراص ذات مساحة كبيرة،والتي تم تطويرها مؤخرًا. ومع ذلك، هناك الكثير من الناس يشعرون بالقلق حول تضمين الخصوصية في تسجيل الحياة. فهل يكون لرجال الشرطة والسلطات الحق في الاستيلاء على الذكريات المخزنة الخاصة بك، إذا اعتقدوا أنها قد تساعد في التحقيق؟

العوالم الافتراضية

تتواجد ألعاب الفيديو الجماعية التي تتيح للاعبين تقمص أدوار الشخصيات واللعب على الإنترنت منذ سنوات عديدة، وقد كان أول ظهور للنسخ الأولى من هذه الألعاب على الشبكة العنكبوتية العالمية في الثمانينات والتسعينات من القرن الماضي، وعرفت باسم الزنزانة الجماعية للمستخدمين (MUDs) وكانت تمارس من خلال الشبكة العنكبوتية

أربانت (ARPANET) وشبكة جانت البريطانية الأكاديمية (UK's JANET) وفي الوقت الحاضر استبدلت ألعاب الفيديو البدائية هذه التي كانت تعتمد على النصوص بألعاب فيديو جماعية هائلة تسمح بمشاركة الآلاف من اللاعبين (MMORPGs).

تقدم ألعاب مثل إيفر كويست (EverQuest) وورلد أوف وور كرافت (World of Warcraft) وإيف (Eve) واجهات تصويرية متطورة، بدلا من استخدام النصوص، وتتيح المشاركة لعدد هائل من اللاعبين والتفاعل الكبير بينهم. تعتبر(MMORPGs) مجموعة فرعية من عالم الإنترنت وتعرف باسم العوالم الافتراضية، حيث يمكن للمستخدمين تجربة خوض حيوات بديلة، أو تجسيداتهم بامتياز من خلال تصرفهم بالشخصيات الموجودة في اللعبة.

من العوالم الافتراضية الأخرى: (الحياة الثانية) (Second Life) و(العوالم الصغرى) (Small Worlds) والتي تختلف (MMORPGs) في أنها لا تحتوي يالضرورة على الفانتازيا أو الخيال العلمي؛ فبعضها يعكس ببساطة الحياة اليومية، وتعتبر وغرف دردشة، التي كان متاحًا لمستخدميها الحديث عن طريق تبادل سطور من النصوص المكتوبة في الوقت نفسه، نوع مبكر من العوالم الافتراضية..

حشد المصادر

تعتبر وسيلة المساعدة (الاتصال بصديق) في مسابقة برنامج (من سيربح المليون) التلفزيوني الوسيلة الأكثر تأثيرًا على المشتركين. الآن تستفيد الشركات كذلك من قوة الجماهير، من خلال طرح مهام خارجية للجمهور العام - والتي ربما كانت ستدفع لأحد المتعهدين من أجل تنفيذها. ربما يرغب أحد مصنعين الهواتف الخلوية في معرفة أي من سماعات الأذن لديها تعمل بكفاءة على الشبكات وبرمجيات أنظمة التشغيل المختلفة، فبدلا من إجراء اختبار شامل بنفسهم أو التعاقد مع شخص للقيام ذلك، فإن الشركة تطرح للجمهور هواتف ذات مزيج مختلف من برامج التشغيل والشبكات. ويتلقي الأفراد الذين يقومون بتجربة الأجهزة ويقدمون ردود أفعال للشركة مكافآت مالية. وبالطبع فإن ذلك يكلف الشركة مبالغ أقل كثيرًا مما كانت ستدفع لمتعهد ما ليقوم بالبحث. من أجل

تنفيذ ذلك البحث. اعتمد المجتمع العلمي أسلوب "حشد المصادر"، على سبيل المثال، حديقة حيوان المجرات (Galaxy Zoo) وهي مشروع على الإنترنت يتلقي مساعدة من الأفراد في تصنيف الصور الملتقطة بالتليسكوبات الفلكية العملاقة طبقا لمخطط تصنيف المجرات.

الوقت المهدر على الإنترنت أثناء العمل (**Cyberslacking**)

معظمنا قد فعل ذلك - استخدم الإنترنت في العمل أو المدرسة في أغراض لاترتبط بالعمل أو الدراسة. في أكتوبر 2009، قدرت مجموعة خدمات تكنولوجيا المعلومات مورس أن مواقع التواصل الاجتماعي مثل تويتر والفيسبوك الآن تكلف الاقتصاد البريطاني وحدها 1.4 مليار £ سنويا الفقد في الإنتاجية. وفي غضون ذلك، أجرت كل من (أمريكا أون لاين) و(سالاري. كوم) دراسة على أكثر من 1،000 موظف مكتبي كشفت أن نصفهم يعتبر أن استخدام الإنترنت بصورة شخصية هو السبب الرئيسي في الإلهاء عن العمل. الآن العديد من الشركات تمنع الموظفين من الوصول إلى مواقع تعتبر 'غير لائقة، مثل المقامرة، والدردشة على الإنترنت ومواقع تبادل الملفات، وتستخدم برمجيات مراقبة لرصد حركات تصفح الموظفين لشبكة الإنترنت. لقد أتقن بعض الموظفين فن إهدار وقت العمل بسبب الإنترنت وأصبحوا قادرين على تنفيذ عدة نشاطات غير مرتبطة بالعمل في وقت واحد- فيما يعرف باسم (الهروب المتعدد).

مواقع الويكي (**Wikis**)

فئة المواقع التي تُعرف باسم مواقع الويكي هي إحدى التطبيقات العظيمة لحشد المصادر؛ فهي مواقع تطرح محتواها مفتوحًا للعامة، وأشهر هذه المواقع هي (ويكيبيديا دائرة المعارف عبر الإنترنت) التي يمكن لأي شخص أن يقوم بكتابة أو تعديل موضوعات فيها، فيقوم المتمكنون من مجال معين بمشاركة خبرتهم، والرغبة في المجد- أو عدم الرغبة في فقده- تساعد على ضمان صدق هذه المساهمات. في عام 2005 قامت مجلة العلوم البريطانية (Nature) بعمل اختبار مقارن بين موسوعات المعارف، فوجدت أن ويكيبديا على الأقل تمتاز بنفس جودة موسوعة (Britiance).

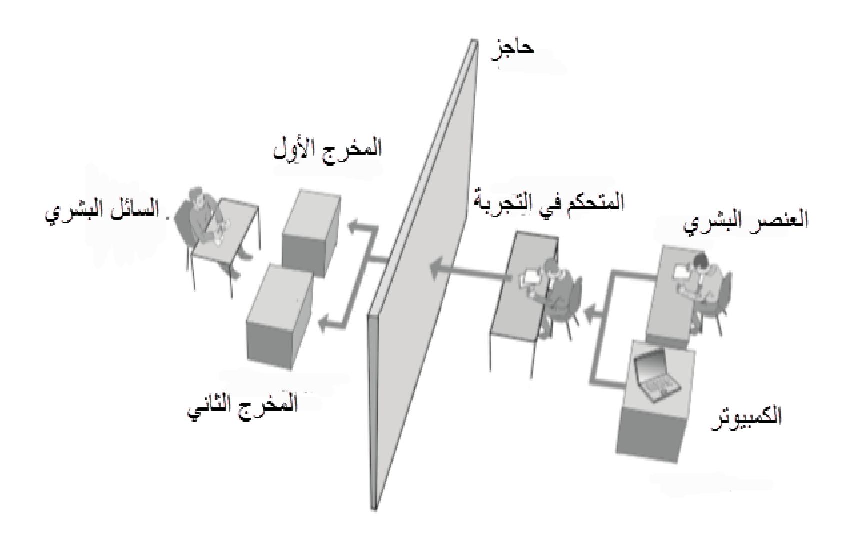
في الواقع، إحدى الفئات القليلة التي تسيء استخدام ويكيبديا هي فئة السياسيين- حيث يخرب أعضاء الأحزاب السياسية في الولايات المتحدة صفحات الخصوم.

الذكاء الإصطناعي

اختبار تورنج

في عام 1950، وضع رائد الحوسبة البريطاني الآن تورنج وسيلة لقياس ذكاء الآلة. الفكرة الأساسية لا يمكن أن تكون أبسط من ذلك - ستجري محادثة مع الآلة. في الواقع ستجري محادثة مع الآلة ومع إنسان آخر. دون أن يتم إخبارك أيهما الآلة وأيهما الإنسان (الإنسان والآلة يحدثانك من نفس الواجهة)، وإذا لم تتمكن من تحديد أيهما هو الإنسان وأيهما الآلة من خلال المحادثة تكون الآلة بذلك قد أظهرت ذكاءً بشريًا، وقد أصبح هذا المخطط منذ ذلك معروفًا باسم اختبار تورنج.

وقد استخدم العلماء منذ ذلك الوقت اختبار (تورينج) للتحقق من إذا ما كانت تشتمل إبداعاتهم من البرمجيات على أي من سمات الذكاء الإصطناعي (AI) - قدرة أجهزة الكمبيوتر على إثبات أن لها قدرة تحاكي قدرة الإنسان من حيث اتخاذ القرارات والإدراك.



روبرتات الدردشة

وقد أنتج بعض المبرمچين ما يعرف بـ (روبوتات الدردشة) - نماذج من البرامج التي لها القدرة على إجراء محادثة مع الإنسان في محاولة لاجتياز اختبار تورينج. بعض هذه البرمجيات تحاول إظهار ذكاء إصطناعي بالمعنى الحقيقي، لكن الكثير منها يعمل بدون القدرة على فهم فحوى المحادثة. بدلا من ذلك هي تحاول تقديم نوع من الاستجابة الغامضة - أو جعل المحادثة تأخذ منحى آخر - أو تكون مبرمجة فقط على الاستجابة بردود معينة كرد فعل على عبارات معينة قد يأتي بها الناس. مثال، في حال طرح سؤال - فإن الروبوت يجيب ببساطة "لماذا"أو "لا أعرف".في عام 1990 شرع العلماء في إقامة مسابقة (جائزة لوبنور) حيث يتبارى كل روبوت مع ربوت آخر في محاولة لاجتياز اختبار تورينج، وكل سنة يتلقى أفضل روبوت جائزة نقدية صغيرة بالإضافة إلى تخصيص 100،000 دولار لأول روبوت يتمكن من خداع أربعة من حكام المسابقة الإثنى عشر. وكان الفائز في 2008 الروبوت إلبوت (www.elbot.com) والذي تمكن من إقناع ثلاثة حكام.

الشبكات العصبية

هي نماذج من البرامج تسعى لمحاكاة عمل الخلايا العصبية في الدماغ البشري- على وجه الخصوص قدرة العقل على معاجة المعلومات والتعلم منها، فهي جيدة للغاية في اكتشاف أوجه التماثل في مجموعات كبيرة من البيانات، ومن ثم استخدام هذه المعرفة لبناء توقعات. على سبيل المثال، تستخدم الشركة بريطانية (إيباجوجكس) برمجيات الشبكات العصبية في توقع إيرادات شباك التذاكر للأفلام، وهي مبرمجة على استخدام المعلومات المدخلة عن أفلام سابقة مثل نوع الفيلم، والميزانية، والممثلين الرئيسيين، وما إلى ذلك - بالإضافة إلى أدنى حد حصله شباك التذاكر. إدخال كل البيانات المعروفة مسبقا عن الفيلم يؤدي إلى بناء توقعات عن مقدار الأرباح الممكن تحقيقها. أنها دقيقة بالفعل - فقد توقعت (إيباجوجكس) أن فيلم (محظوظ أنت) والذي عرض في 2007 وكانت ميزانية انتاجه 50 مليون دولار بأنه سيحقق أرباح 12.5 مليون دولار من خلال العرض في أمريكا وكندا وقد كان - حسنا، في الواقع لقدد حقق 5.7 مليون دولار فقط.

تستخدم برمجيات الشبكات العصبية كذلك تقنية تُعرف الأنماط في تُعرف أوجه الأشخاص في الصور الفوتوغرافية - كذلك التشخيص الطبي وقراءة الشفاه.

معالجة اللغة الطبيعية

في وقت من الأوقات كان العلماء يتواصلون مع أجهزة الكمبيوتر من خلال السلاسل الرقمية، وقد تخلصنا من ذلك إلى حد ما عن طريق استخدام لغات برمجة عالية المستوى تمكن المبرمجين من إعطاء تعليمات باستخدام مجموعة محددة سلفًا من الأوامر يمكن أن يفهمهما الكمبيوتر. ولكن الهدف النهائي هو تطوير واجهة تمكن البشر وأجهزة الكمبيوتر من التخاطب من خلال استخدام لغة إنجليزية بسيطة - أو أي لغة طبيعية أخرى بالطبع، هذا المجال من البحث يعرف بمعالجة اللغات الطبيعية.

وهذا ليس بالسهولة التي قد يتصورها البعض، فالمشكلة الرئيسة التي يتوجب التغلب عليها هو إبهام اللغات الطبيعية، على سبيل المثال هل جملة "bearded pig farmer،Large" تعني "مزارع ضخم ملتح يقوم بتربية خنازير" أم تعني " شخص ما يربي خنازير كبيرة ملتحية"؟، وهل جملة " feeding tigers can be dangerous" تعني " من الخطورة إطعام النمور" أم تعني أن " النمور يمكن أن تكون خطيرة عندما يتم إطعامها"؟ أننا نتمكن عادة من اختيار المعنى الصحيح من خلال السياق والدلائل الأخرى، لكن تعليم الكمبيوتر هذه الفطرة أبعد ما يكون عن الوضوح، ولا تزال معالجة اللغة الطبيعية مجالا واسعًا للبحث.

الحوسبة اللا إرادية

تشير الحوسبة اللاإرادية إلى أنظمة الكمبيوتر الذكية التي تدير نفسها بنفسها، وقد أُخذت هذه التسمية من الجهاز العصبي اللاإرادي في جسم الإنسان، الذي ينظم العمليات اللاإرادية مثل: التنفس، وخفقان القلب، وكذلك التئام الجروح. نظام الكمبيوتر اللاإرادي قادر على إدارة موارد النظام، لإنجاز المهام وتحسين الأداء، ليس فقط لجهاز كمبيوتر واحد بل لشبكة مترابطة من أجهزة الكمبيوتر. كما إنه يستجيب لمشكلات غير

متوقعة، مثل انقطاع التيار الكهربائي والفيروسات- وذلك دون أي تدخل بشري. وقد تـم تنفيـذ معظـم الأبحاث في هذا المجال من قِبل شركة آي بي إم. ويجرى حالياً تطبيـق التقنيـات اللاإراديـة في مجـالات خارج الحوسبة البحتة- على سبيل المثال، أنظمة منع إنغلاق مكابح السيارات (ABS)، والـذي يكتـشف انغلاق العجلات ومن ثم يطلق سراح قوة الكبح توًا.

ذكاء السرب

ذكاء السرب هو نوع مـن الـذكاء الاصـطناعي الـذي ينـشأ مـن خـلال الـسلوك الجماعـي للعديـد مـن الوحـدات الـصغيرة.، ويعـد الـسلوك المـترابط لأسراب الأسـماك والطيور،أمثلـة لـذكاء الـسرب في العـالم الطبيعي.، أمـا ذكـاء الـسرب في الحوسـبة فهـو محاولـة لعكـس هـذا الـسلوك بهـدف حـل المـشكلات الحسابية.

التطبيق الأساسي هو في مجال التحسن- حل المشاكل بأكبر قدر من الكفـاءة. عـلى سـبيل المثـال، وجـد العلماء خوارزمية تضع نموذجًا قريبًا لسلوك مستعمرات النمل الكبيرة في جمع المؤن ويمكن لمـستعمرة من "النمل الاصطناعي" داخل الكمبيوتر، وتتبع هذه الخوارزمية أن تبرمج للبحث عن حلول لمشكلة ما وليس البحث عن المؤن، ومن الأمثلة التي تم تطبيق ذلك عليها السعي وراء إيجاد حلول لمسألة البائع المتجول.

وقد طبق ذكاء السرب تطبيقًا أكثر من قِبل باحثي الروبوتـات، للـسيطرة عـلى قطعـان مـن الروبوتـات الصغيرة التي تتعاون لتنفيذ المهام- على سبيل المثال، التنظيف بل واستكشاف أسطح الكواكب الأخرى.

المشتغلات الآلية الخلوية

المشتغلات الآلية الخلوية هي نماذج كمبيوتر توضح كيف يمكن لتعقيـد الأنظمـة الحيـة أن ينـشأ مـن قواعد بسيطة.. والمشتغل الآلي الخلوي الأكـثر شـهرة هـو (لعبـة الحيـاة لكونـواي) الـذي أنـشأه جـون كونواي عالم الرياضيات بجامعة كامبريدچ.

والفكرة هي أن تبدأ بورقة كبيرة من ورق الرسم البياني المربعة المظللة يكون فيها عدد صغير مـن المربعات مظللا والباقي غير مظلل.ثم بعـد ذلـك يتغير عدد المربعات المظللـة خـلال سلـسلة مـن الخطوات المنفصلة أو ما يسمى "الأجيـال" طبقًـا لمجموعـة مـن القواعـد، فقواعـد لعبـة الحيـاة لكونواي تقـول أن المربـع المظلـل الـذي يجـاوره أقل من مربعين مظللين يصبح مربعًا غير مظلـل؛ والمربع المظلل الـذي يـصاحبه مربعـان أو ثلاثـة مربعـات مجـاورة مظللـة يـصبح مظلـلا، وتنـتج جميع أنواع السلوك المعقد من هذه التعليمات البسيطة - اعتمادًا على الشروط الابتدائية.

يستشهد بالمشتغلات الآلية الخلوية كمثـال عـلى الحيـاة الاصـطناعية لأنهـا تحـاكي سـلوك مـستعمرات الخلية الحيوية، فالخلايا الجديدة تنمو في الأماكن الشاغرة، والخلايا التي تحيط بها خلايا أخرى-فتفقـد غذاءها- تموت.

الذكاء الاصطناعي القوي

الهدف النهائي من الذكاء الاصطناعي هو إنشاء جهاز كمبيوتر يمكن أن يساوي أو حتى يتجاوز قـدرات العقل البشري.، وقد قدم الفيلسوف جون سـيرل، بجامعـة كاليفورنيـا، بـيركلي.المـصطلح المعـروف بــ " الذكاء الاصطناعي القوي".

لأول مرة. تفتقر جميـع مـشروعات الـذكاء الاصـطناعي الحاليـة إلى ذلـك- فهـي أمـا مـن افتعال المخابرات (مثل معظم روبوتـات الدردشـة) أو تنفيـذ مجموعـة فرعيـة مـن وظـائف الدماغ (الشبكات العصبية). أما نظام الذكاء الاصطناعي القوي فيحتاج إلى دمج معالجة اللغة الطبيعية، وأن يكون قادرة على التفكير والـتعلم، وربمـا يحمـل صـفات الإنـسان مثـل الـوعي

والإدراك الذاتي. وهذه الصعوبات تحدد البرمجيات التي سيحتاج باحثو الذكاء الاصطناعي إلى تطويرها، ومع ذلك هناك متطلبات من الأجهزة يجب تحقيقها أيضًا، ويقدر عالم المستقبليات الأمريكي (راي كورزويل) أن تنفيذ الذكاء الاصطناعي القوي سيحتاج إلى أجهزة كمبيوتر لها القدرة على إجراء 10 مليون مليار عملية حسابية في الثانية، لكنه يعتقد أن التكنولوجيا يمكنها تحقيق ذلك بمجيء عام 2013.

الأدمغة الاصطناعية

أحد السبل الواعدة بتحقيق الذكاء الاصطناعي القوي هو إنشاء الأدمغة الاصطناعية- أنظمة إلكترونية تحاكي وظيفة الخلايا العصبية البيولوجية الدقيقة، وترتيبها، وتفاعلها مع المخ. ويقوم الباحثون في مشروع المخ الأزرق (بلو برين) بسويسرا - بذلك - من خلال انتقاء هيكل المخ البشري في محاولة لتعريف كل جزء من أجزائه داخل جهاز كمبيوتر. وبالفعل هم على وشك بناء نموذج عملي تام لمخ فأر، ويعتقدون أن من الممكن إنجاز مخ بشري صناعي مكتمل بحلول عام 2020. الأدمغة الاصطناعية تساعد في تطوير الذكاء الاصطناعي بالإضافة إلى أن لها تطبيقات كأدوات لدراسة أمراض المخ مثل الخرف.

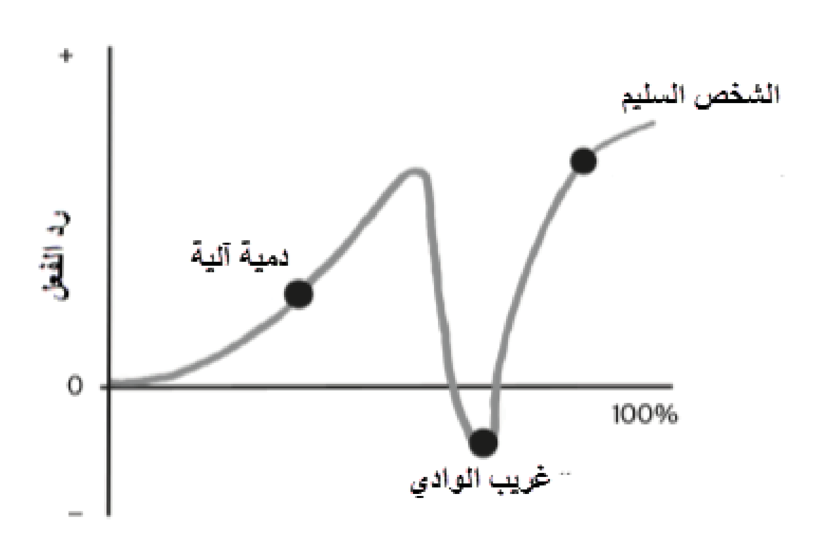
الإنسان الأوتوماتيكي (**Androids**)

التطور المستمر للذكاء الاصطناعي عمل على جعل فكرة الروبوت الذكي أقرب للحقيقة، لكن بناء حياة حقيقة على الأرجح لا يزال أمامه سنوات بعيدة. حتى الآن، واحدة من المحاولات الأكثر إثارة للإعجاب لإنشاء الروبوت البشري هو هوندا أسيمو، وهو روبوت ذو قدمين قادرة على المشي والجري - حتى أعلى وأسفل الدرج، فمفاصله المعدنية تتيح له التحرك بـ 34 درجة من الحرية- القدرة على تحريك أحد مفاصل الجسم لأعلى أو لأسفل أو يسارًا أو يمينًا. وبمقارنة البشر نجد أن لديهم ما يزيد عن 200 درجة حرية؛ ومحاكاة هذه المرونة والتحكم بها مسألة صعبة.

لدى أسيمو أيضًا القدرة على تعُّرف الأشياء والوجوه، ويمكنه إصدار رد فعل عند سماع اسمه. الروبوتات البشرية الأخرى أعطيت وجوهًا لها المظهر البشري إلا أن هذه

الإضافات أحيانًا تأتي بنتائج عكسية. ويتحدث خبراء الروبوتات عن تأثير "غريب الوادي"الذي فيه يظهر شكل الروبوت قريبًا جدًا لشكل الإنسان لكنه يبدو مراوغًا إلى حد ما.

غريب الوادي تظهر على هيئة تراجع في الرسم البياني تحصل عليه عندما ترسم الاستجابة الإيجابية للناس تجاه روبوت بشري مقابل درجة واقعية هذا الروبوت. ومع ذلك لازالت الأبحاث مستمرة. ويعتقد عالم الكمبيوتر(نويل شاركي) بجامعة شيفيلد بإنجلترا أن أول تطبيق للروبوتات البشرية قد يكون في مجال الرعاية أو مصاحبة كبار السن.



المستقبل

على أي شاكلة ستصبح الحياة عام 2100، أو في عام 2500 أو حتى في عام 10،000؟ كيف سيتغير المجتمع باتصاله مع الحياة خارج الأرض؟ وهل نكتشف يومًا سر السفر عبر الزمن؟ وهل ستكون الأمراض المميتة التي يصعب التعامل معها طبيًا مثل فيروس نقص المناعة البُشرية (الإيدز) وإصابات العمود الفقري قابلة للعلاج يومًا ما؟

تعتبر التكهنات حول التقدم المعرفي والاكتشافات والتطورات التي لم تحدث بعد من أكثر المجالات العلمية إثارة.

التنبؤ بالمستقبل الذي كان فيما مضى مجالا للعرافين والمشعوذين، أصبح الآن من مجالات العلم الراسخة ويسمي علم المستقبل. ويُدرس هذا العلم عن طريق الاستقراء.

وذلك من الاتجاهات التكنولوچية والاجتماعية عن طريق مقايسة الأحداث التاريخية بالأحداث الجارية ومن خلال دراسات الخبراء. فبالنسبة للحكومات والاقتصادين وللأعمال وللعلماء الآخرين لا تقدر هذه الأبحاث بثمن. فالعاملون في مجال الاستقراء أصبح لديهم شكوك حول مستقبل وظيفتهم، حيث تنبأوا بحدوث ما يسمي "بالوحدانية"، وهي مرحلة في المستقبل (في المستقبل القريب نسبيا من وجهة نظر البُعض) فيها يمر التقدم التكنولوچي بمفاجآت وتطورات مطردة. وستكون التغيرات التي تحدث في الوحدانية عظيمة لدرجة سيصبح معها التنبؤ بالمستقبل بعدها مستحيلا.

فيزياء المستقبل

السفر عبر الزمن

عندما قام ألبُرت آينشتاين بطرح نظرية النسبية الخاصة في عام 1905، كان من أغـرب نتائجهـا تنبؤاتهـا عن انكماش الطول وتمدد الزمن. وبشكل خاص يقول تمدد الزمن أن شخص ما يقـوم بـالتحليق بمركبـة فضائية بسرعة تقارب سرعة الضوء من الممكن أن يعود إلي البيت بعد عدد قليل مـن الـسنوات ليجـد أن العديد من السنوات مرت على وجه الأرض وأنه قد قفز إلي المستقبل.

عندما قام آينشتاين بنشر نظرية النسبية بعدها بعشر سنوات، طرحت هذه النظرية فكـرة الـسفر إلي الماضي. فبأخذ فتحتين من ثقبـين دوديـن- أنفـاق فـضائية أصـبحت ممكنًـة بـسبب النظريـة النـسبية العامة-. حيث أن وضع شخص على متن سفينة فضائية والطيران بها بـسرعة تقـارب سرعـة الـضوء مـن الممكن أن يتسبب في فرق توقيت بينهما، مرة أخري بسبب تمدد الزمن. وإذا قفز شخص ما من فتحـة الثقب الخاص بالمستقبل من الممكن أن يخرج من الأخر إلي الماضي. ولكـن بـسبب الـصعوبات التقنيـة فإن وضع مثل هذا البُرنامج حيز التنفيذ يعتبر شيء مهـول. إلا إنـه يعتقـد بعـض الفيزيـائيين إنـه مـن الممكن القيام بهذا المشروع في القرون القادمة.

الانتقال الآني

لطالما كان أحد أحلام الخيال العلمي أن تتوفر القدرة على قياس حالة جميع الذرات المكونة لجسم ما ثم إرسال هذه المعلومـات عـلى هيئـة أشـعة إلى متلقـي مـا بحيـث يمكـن إعـادة تجميع الجسم، لكن هل لهذا الانتقال الآني أن يصبح ممكنًا يومًا ما ؟ كان من المعتقد لمـدة سنوات أن ذلك ليس ممكنًا بسبب مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج، الذي يقول إنه من المستحيل أن نعرف كل المعلومات عن ذرة ما في نفـس الوقـت، ومـع ذلـك توصـل فريـق قـومي مـن البُاحثين في عام 1993 إلى استنساخ كيفية تجنب مبدأ عدم التأكد وذلك مـن خـلال التـشابك الكمي- في عملية مشابهة للاتـصال الكمـي، حيـث إنـه عـن طريـق شـبك كـل ذرة بجـسيم

آخر وإرسال هذا الجسيم إلى المتلقي، فإن هذا الجسيم يحمل المعلومات الخاصة بالذرة تمامًا والتي أخفاها مبدأ عدم التأكد، وبذلك يمكن تجميع نسخة طبق الأصل من الذرة عند المتلقي بينما يتم تدمير النسخة الأصلية خلال العملية. في عام 2004 أكد باحثون في الولايات المتحدة الأمريكية والنمسا صحة ذلك عن طريق نقل ذرات آنيا عبر مختبرهم إلا أن الانتقال الآني للأجسام الكبيرة يبعد عنا سنوات عديدة.

مضاد الجاذبية

في عام 1996م أتي أوچين بودكليتنوف عالم الفيزياء بجامعة تامبر بفنلندا بادعاء بنائه لأول جهاز مضاد للجاذبية في العالم- آلة تقوم حرفيًا بحجب قوة الجاذبية عن الأجسام الأخرى. وقد زعم أن القرص ذا الـ 30 سم المصنوع من الموصل الفائق والذي تم تبريده إلى درجة حرارة -230 درجة مئوية (-382 فهرنهيت)، وتدويره بسرعة 5000 لفة في الدقيقة يجعل الأجسام الموضوعة فوقه أخف وزنًا - بحوالي 2%.

وإذا كان ذلك صحيحًا، فسيكون لها آثار هائلة على إطلاق مركبات الفضاء، إلا أن هناك أفرقة من العلماء حول العالم حاولوا إثبات صحة هذا الزعم - ومن بينهم علماء من ناسا، وبوينج، وشركة الطيران البُريطانية (BAE systems)- دون جدوى حتى الآن.

السفر أسرع من الضوء

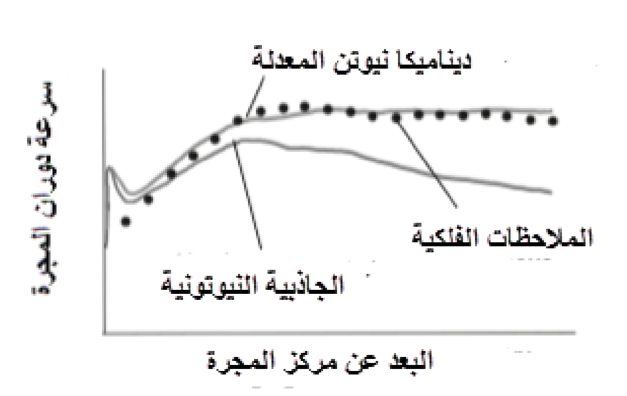
إن واحدة من التوقعات الخاصة بنظرية النسبية لآينشتاين كانت إنه لا يوجد شيء يستطيع أن يسافر أسرع من الضوء. إلا إنه في عام 1994 قام ميجويل ألكوبينير الفيزيائي في جامعة ويلز بالتوصل إلى إطار نظري يمكن من خلاله القيام بما أسماه محرك قيادة الانبعاج الزمكاني (wrap drive).

الدافع الأساسي للنظرية النسبية لآينشتاين هو أن من الممكن أن ينحني الفضاء وأن الانحناء من الممكن أن يتحدد من خلال المادة التي يحتويها. ووصل ألكوبير إلي إنه عن طريق استخدام مادة لها مجموعة من الخصائص المميزة وترتيبها جيدا حول السفينة الفضائية بطريقة صحيحة تجعل الفضاء أمامها ينكمش بسرعة بينما يتمدد الفضاء خلفها

بنفس المعدل - تأثير ذلك أن يندفع هذا الجزء من الفضاء الموجود في المنصف حاملا معه السفينة الفضائية إلى وجهتها أسرع من شعاع الضوء. لكن المشكلة هنا أن المادة من نوع خاص التي استخدمها ألكوبير - وتسمي مادة دخيلة- ذات كتلة سلبُية فبينما يتم إنتاج هذه الكميات الصغيرة من تلك المادة الخام بواسطة تأثير كازمير فبناء عمل كامل منها يتطلبُ إمدادات تعادل كتلة الشمس ثلاث مرات.

ديناميكا نيوتن المعدلة

يعتقد بعض العلماء أن المادة المظلمة مادة غير موجودة ويقولون أن التأثيرات الخاصة بها من الممكن الحصول عليها عن طريق تطبيق تصحيحات صغيرة للجاذبية النيوتونية. ففي عام 1983 اقترح موريدهي ميلجرون الفيزيائي في معهد وإيزمان في تل أبيب بإسرائيل نظرية معروفة بديناميكا نيوتن المعدلة واختصارها (MOND) فبشكل أساسي تقول هذه النظرية أن قانون الجاذبية على طول المسافة يختلف عن نظرية نيوتن. فالنظرية قادرة على شرح منحنيات الدوران السطحي للمجرات- الرسم البُياني الذي تحصل عله عندما تقوم برسم سرعة دوران المجرة مع البُعد عن المركز- بدون الحاجة إلي المادة السوداء، فالأشكال الخاصة بمنحنيات الدوران كانت من الأساسيات التي بنيت عليها نظرية المادة السوداء.



مؤخرا طور جاكوب بركانيستين أحد أعضاء الجامعة العبرية في القدس نظرية تسمي

(TeVeS) وهي اختصار ل (Tensor-Vector-Scalar gravity) وهـي نـسخة مـن (MOND) ودقـة صـغيرة تتوافق مع مبادئ آينشتاين للنسبية. وهذه النظرية قادرة على شرح التعـدس التجـاذبي- وهـو اختبـار فشلت فيه (Mond) بمفردها من قبل.

الكيمياء في المستقبل

المنشطات الذهنية

هي منشطات تعمل على تعزيز القوة الإداركية مثل الذكاء والذاكرة والتركيز وفي الوقـت الحـالي تزخـر الصحافة بقصص الطلاب الذين يلجأون إلي المخدرات كمواد الفينيل (والتي تـستخدم في العـادة لعـلاج اضطرابات النوم) واليرتالين (والذي يستخدم لعـلاج اضـطرابات عجـز الانتبـاه ADHD) لزيـادة الانتبـاه والذي يعمل على تقوية الذاكرة والطاقة قبل ضغط الامتحانات، وهناك مجموعة أخـري مـن الحبـوب المتاحة وهي تعمل عـن طريـق رفـع المـستويات الخاصـة بالنـاقلات العـصبية بالإضـافة إلى الإنزيمـات والهرمونات الأساسية للحصول على ذكاء حاد، على سبيل المثال الأسيتيل كولين هو ناقل عصبي يحتـوي ناقلات عصبية تحتوي عـلى تكوينـات الـذاكرة بيـنما الحمـض الإمينـي كـالتيروزين والفينلالانيـا تـؤدي بالجسم إلي إنتاج منشطات الإدرينالين والدوبامين الطبيعية.

عدد قليل من الأطباء قد ينصح باستخدام المنشطات الذهنية لتعزيز القدرات العقليـة -يـتم الحـصول على معظمها من الإنترنت بدلا من الصيدليات.وهناك الكثير من المنـشطات الذهنيـة متاحـة في صـورة مكملات غذائيـةK وذلـك في الأمـاكن التـي تكـون فيهـا القواعـد متراخيـة- في تقريـر أعدتـه الحكومـة الإنجليزية عام 2005 أن هناك مشروعًا متخصصًا من شأنه أن يدعم كل ناحية من وظائف المـخ -حتـى المخدرات التي تقوم بحجب الذكريات الإليمة.

حبوب الإفاقة (المنبهات)

تخيل الحصول على حبة تستطيع تناولها في المساء ومن شـأنها أن تبطـل آثـار الكحوليـات وتتركك تقود بأمان حتى البُيت،وتخلصك مـن ألم آثـار الكحوليـات في الـصباح التـالي. قـام

فريق من جامعة كاليفورنيا ولوس أنجلوس بدراسة عقار يحتمل أن يؤدي ذلك العمل ويـسمي رو-15-3154. اكتشف لأول مرة عام 1984 حيـث وجـد إنـه يحجـب المـسارات العـصبية في المخ والتـي يعمـل الكحول خلالها، وهو يفعل ذلك عن طريق الالتصاق بالمستقبل عـلى خلايـا المـخ لمنعهـا مـن امتـصاص الكحول.

يقترح البُاحثون أن بالإضافة إلى استخدام تلك الحبوب في إفاقـة مرتـادي الحفـلات مـن آثـار الكحـول، يمكن استخدامها أيضًا كعلاج لمدمني الكحوليات- ومـن شـأنها تمكـين الأطبـاء مـن اسـتخدام خـصائص الكحول المحسنة للحالة المزاجية كعلاج دون جعل المريض يصل إلى حالة الثمالة.

علم الأحياء في المستقبل

استنتساخ السلالات المنقرضة

استخدم العلماء الاستنساخ لخلق نسخ معدلـة چينيـا مطابقـة للخـراف والفـئران والخيـول وحيوانـات أخرى، لكن هل يمكن أن تستخدم يوما ما عـلى نمـط أسـلوب حديقـة پوراسـيك لإعـادة إحيـاء الأنـواع المختفية؟ الفكرة هي أن يتم استخراج المادة الچينية من بقايا الأنواع المنقرضة ثـم يـتم حقنهـا لخليـة بويضة من أنثي تنتمي إلى هذه السلالات لا زالت تعيش في عالمنا اليوم،و. الأمل هـو أن تـسمح إعـادة غرس البُيضة في الحيوان الأنثى بنمو الجنين وولادته.

في عام 2007 عثر على جسد عمره 10.000 عام خاص ماموث محفوظًـا في الجليـد بـسيبريا، اقـترح بعـض العلماء أن يتم دمج الحمض النووي الموجود في الخلايا الخاصة بهذا الحيوان مع بويضة فيل.لكن هناك مجموعة من التدابير العلمية وبعض المخاوف الأخلاقية لابد من تجاوزها أولا، كما أن الاستنـساخ غايـة في الصعوبة حيث استغرق استنساخ النعجة دوللي 277 محاولة وهي تعتبر أول حيوان ثديي مستنـسخ في العالم، وأيضا هل هو صحيح أن يتم إحضار حيوان إلي الحياة دون موطن أو والـدين لـيريهما طريـق الحياة؟

علم الأحياء الخارجي

لو كان هناك حياة على كوكب أخر غير كوكب الأرض كيـف كانـت سـتبدو هـذه الحيـاة ؟ هنـاك شيء واحد مؤكد وهو أنها لن تكون حياة بشرية؟ فلو تمكنا من إعادة عقارب الساعة الخاصة بتطور الحيـاة على الأرض وإعادة العملية كلها مرة أخرى فستكون الفرص المؤدية إلى وجود بشر مرة ثانيـة أقـرب إلى العدم- فالتطور أمر عشوائي للغاية.

لو كانت هناك كائنات تعيش على كواكب أخري فإنهم سيكونوا قد شكلوا بواسـطة الانتقـاء الطبيعـي، حتى يمكنهم التكيف مع بيئاتهم. ولهذا على سبيل المثال في العالم الذي تكون فيه الجاذبية عالية يكون للكائنات قامات قصيرة وممتلئة وعظام سميكة حتى تتمكن من حمل وزنها الزائد. وفي الكواكـب ذات الجاذبية الضعيفة من الممكن أن تكون الكائنات أكثر طولا. ومن الممكن أن يكون الغلاف الجوي رقيقا وبالتالي يكون لديهم جـوف صـدري متـأقلم مـع رئتـين كبيرتـين يحتاجونهـا للتـنفس. في عـوالم أخـري تدفعهم بيئاتهم الغريبة إلي أشكال بالكاد نستطيع أن نتخيلها. خمن رائد الفضاء الأمريكي كارل ساجان أشكال حياة تشبه البُالون العملاق تسبح كقنديل البُحر في الغلاف الجوي الغازي المحيط بالمشترى.

الكيميرا


ساكن أحد الكواكب مرتفعة الجاذبية
ساكن أحد الكواكب منخفضة الجاذبية

الكيمـيرا هـو كـائن تـم تكوينـه مـن خلايـا نوعين مختلفين، وعلى عكس التهچين- الـذي يحـدث فيـه الانـدماج بـين الـسلالتين عـلى المستوى الچينـي أو الخلـوي- فـإن الكيمـيرا يحتوى على خلايا مختلفـة مـن كـل سـلالة. ويمكـن اعتبـار أي شـخص يخـضع لعمليـة زراعة أعـضاء حيوانيـة يطلـق علـه كيمـيرا معتدل- لأن لديهم داخل أجسادهم خلايا من الحيوان المتبرع بالأعضاء.

أصبحت أبحاث الكيميرا موضوعًا مثيرًا في عام 2005 تبعه نشر لتقارير حول علاج الخلايا الجذعية حيث كرس البُحث جزءًا كاملا عن الخلط بين الأنواع كما أشار مقدمو البُحث، كل منتجـات الخلايـا الجذعيـة البُشرية يجب التحقق من صحتها أولا في الحيوانات عن تنبؤ بعض البُاحثين أن حيوانـات الاختبـار قـد ينتج عنها كائن ذو مستوى عال من الذكاء البُشري والـوعي محتجـزًا داخـل جـسم حيـوان، واسـتجابة لذلك تم وضع قاعدة صارمة لإجراء تجارب الكيميرا التي فيها يجب أن تتوقف التجارب عنـد اكتـشاف أي سمات بشرية في الموضوع.

طبقِّ علم الوراثة بنفسك (**DIY genetics**)

تمامًا كما كانت أجهزة الكمبيوتر في وقت ما حكرا على الشركات الغنية والمختبرات التي تقـوم بأبحـاث حول الأمور المهمة - لكن الآن يوجد واحد في كل بيت- فمن الممكن في يوم ما أن نقوم جميعًا بتصليح الوحدات الأساسية الوراثية للحياة على منضدة مطبخنا، وهذه هي نبوءة فريمان دايسون، فيزيائي خبير بعلم المستقبل في معهد الدراسات المتقدمة في برينستون، حيـث اعتقـد أن الإبـداع الـذي قـاد صـناعة الكمبيوتر إلي مستواها العالي جاء عـن طريـق الألعـاب - عنـدما وصـلت أجهـزة الكمبيـوتر إلى نقطـة أصبحت فيها دمى للأطفال. وقد اعتقد أن نفس الـشيء لابـد أن يحـدث مـع التكنولوچيـا الحيويـة إذا تمكنا من فتح مغاليق قدراتها الحقيقية، ولو صح مـا قالـه هـذا فـسيكون في إمكـان الجميـع يومًـا مـا تصميم نباتات معدلة چينيا لحدائقهم واسـتخدام التكنولوچيـا البيولوچيـة الـصناعية لإنتـاج حيواناتنـا الأليفة.

الاستنساخ البُشري

حاز الاستنساخ البُشري العلاجـي - وهـو نمـو الخلايـا واسـتخدامها في العـلاج بالخلايـا الجذعيـة - عـلى القبول في بعض الأماكن بالعالم،، لكن حتى الآن هناك بعض الصعوبات في تنفيذه- وما يعقب ذلك مـن مشاكل صحية تضر المستنسخين أثناء عملية النمو والتي تجعل من غير المرجح ألا يـتم ردع الاستنـساخ التناسلي الكامل للبُشر قريبًا.

فلماذا قد يرغب أي شخص في ذلك؟ السبب الرئيسي أنها كانت طريقة لعلاج الخصوبة للأزواج المصابين بالعقم والذين استنفدوا كل وسائل محاولات الإنجاب الأخرى.فمن الممكن أن يتم حقن المادة الچينية من الأب في بويضة الأم. والطفل الناتج من هذا من يكون مطابقًا للأب چينيًا. إدعي طبيب الخصوبة الإيطالي المستقل دكتور سيفيروني في عام 2003 أنيتودي إنه قد استخدم تقنية الاستنساخ ليساعد ثلاث نساء على الحمل على الرغم من أن الخبراء الأخرين قد قابلوا إدعاءه هذا بالشك.

ما بعد الإنسانية

" ما بعد الإنسانية "هو مصطلح يتم استخدامه لوصف تطور الإنسان ما بعد الانتقاء الطبيعي عن طريق قيام العلماء بتغيرات متعمدة، وهذا يشمل التعديلات الچينية والزراعات السيبرانية وبعض التكنولوچيا المصممة لتحسين مدة وكفاءة حياة الإنسان.

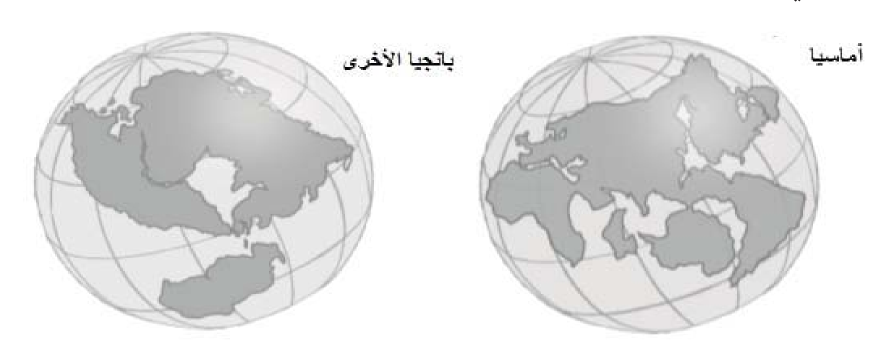
فالإنسان المتحول في المستقبل قد يصبح لديه روبوتات من طب النانو تسبح في دم بهدف علاج ماهو تالف، وقد يتم حقنه بشكل دوري بعقاقير ضد التقدم في العمر، وقد يكون لديه علاج چيني يحميه من الإصابة بالأمراض الخطيرة مثل السكري، والسرطان وأمراض القلبُ يشعر المنتقدون بالقلق لأن "مابعد الإنسانية" أقرب ما يكون إلى تحسين النسل وقد ينتج عنه تكنولوچيا سلالة تفوق البُشر.

الأرض في المستقبل

بانجيا الأخرى

الانجراف القاري يعني حدوث تغيير في هيكلة القارات عبر ملايين السنين. ففـي المـاضي جمعـت هـذه الحركة كل الكتل الأرضية على سطح الأرض معا فيما يسمي "القـارات العظيمـة" ويعتقـد العلـماء إنـه سوف يحدث تصادم قاري في المستقبل أيضا، حوالي بعد 250 مليون سنة من الآن، أمـا الـشكل الـدقيق لليابسة التي ستتكون فمازال قيد النقاش، لكن تم إطلاق اسم بانجيا الأخـرى وأماسـيا عـلى الاحتمالـين المتصدرين.ويعتقد أن بانجيا الأخرى سوف تتـشكل لـو توقـف توسـع المحـيط الأطلنطـي وانعكـس -- يعتقد بعض علماء الجيولوجيا أن هذا ممكن- مما يؤدي إلى عودة أفريقيا وأوراسيا والأمريكتين قطعـة واحدة، وسيؤدي الاندساس إلى إزاحة أفريقيا إلى الشمال مـا بـين أوراسـيا وأمريكـا مـع اقـتراب طرفهـا الجنوبي من خط الاستواء.

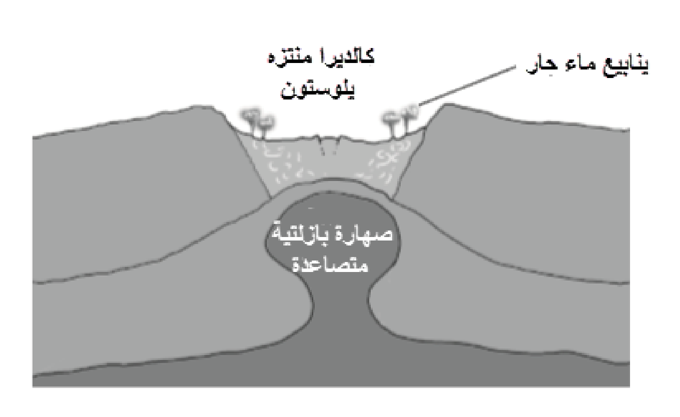
وأما أماسيا فهي سيناريو بديل يستمرفيه المحيط الأطلنطي في التوسع، وتندمج قارتـا أوراسـيا وأمريكـا الشمالية في سيبيريا. وفي هذه الحالة ينكمش المحيط الهادي ليصبح أصغر حجمًا من المحيط الأطلنطي قبل أن يختفي تمامًا.



البُراكين الهائلة

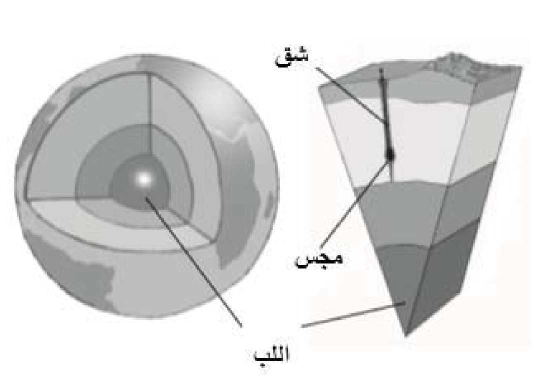
شهد تاريخ الأرض على فـترات متقطعـة كثـيرًا مـن الانفجـارات البُركانيـة المفجعـة والتـي تعرف بالبُراكين الهائلة. يستطيع البُركان الهائل أن يقذف بحممـه البُركانيـة ومـواد أخـرى

يصل حجمها إلى مليون مرة أكثر من أكبر البُراكين العادية مثل بركان فيزوف وبركان كراكاتواتا، وعنـدما ينفجر تعادل طاقته طاقة ثلاثين بركانا؛ لذلك فالبُراكين الهائلة لا تشبه الشكل المألوف للبُراكـين الأخـرى التي تتدفق حممها البُركانية من جبل يشبه المخروط،.بل تتدفق الحمم البُركانيـة للبُركـان الهائـل مـن غرفة على ما تبدو تحت سطح الأرض بعشرات الكيلومترات، وتقـوم كتـل مـن الـصخور بحمـل الحمـم البُركانية إلى الأسفل إلى أن يصبح الضغط كبير جدًا وتنفجر المنطقة بأكملها.



الانفجارات البُركانية الهائلة لـديها القدرة على خنـق قـارات بأكملهـا وذلـك بـسبب الحطـام البُركـاني والرماد البُركاني المقـذوف للغـلاف الجـوي والـذي يـستطيع أن يـؤثر عــلى المنــاخ لمئــات الــسنين. في الوقت الحالي، يسود القلق بسبب البُركان الهائل في منتزه يلوستون الوطني الذي يثور مرة كـل 600000 عام.؛وكان آخر انفجار له منذ 640000 عاما. كما أوضحت القياسات أن كالديرا البُركان ارتفعـت 20 سـم ما بين 2004و 2008 وهذه أكبر زيادة منذ أن بدأت القياسات في عام 1923.بالرغم من ذلك، فـإن معـدل الارتفاع أصبح أبطأ في عام 2009.

رحلة إلى لبُ الأرض



أطلـق دايفيـد ستيفنـسون -عـالم في معهـد كاليفورنيـا للتكنولوچيـا - مـشروع نظـري أوضـح فيـه إمكانيـة إرسـال مـسبار فـضائي صغير غير آهل بالإنسان إلى لبُ الأرض، كما كـان يخطـط لفـتح صـدع ضـخم في قـشرة

الأرض باستخدام قنبلة نووية لإسقاط مسبار بحجم ثمرة الليمون الهندي(الجريب فروت).

بالإضافة إلى آلاف الأطنان من الحديد المنصهر-ما يساوي مخلفات مصانع العالم مـن الحديـد أسـبوعيًا، ولأن الحديد يزن ضعف وزن الصخور المحيطة لذلك يغوص ليصل إلى اللبُ في أيام قليلـة حـاملا معـه المسبار. استخدم ستيفنسون للتواصل مع هـذا الجهـاز الموجـات الزلزاليـة والإهتـزازات الـصوتية التـي تنتقل عن طريق الأرض.كما اعتقد ستيفنسون أن هذا المشروع يمكن أن يتم بتكلفة تصل إلى 10 مليـار دولار وهذا جزء بسيط مقارنة بما تم إنفاقه على الاستكشاف الآلي للفضاء حتى الآن.

التحكم في الطقس

إن تغيير الطقس ليس صعبًا كما يعتقد البُعض. ففي عـام 1946، اكتـشف الكيميـائي الأمـريكي فنـسنت شايفر مبدأ تلقيح السحب وهو نثر جزيئات كيميائية (مثل يوديد الفضة) في الهواء والتي تكون بمثابـة نواة تكثيف وتُشكل حولها قطرات ماء وغيوم، والغرض من ذلك هو زيادة هطول المطر عـلى المنـاطق الجافة.

والعملية العكسية ممكنة أيضا؛ ففي عام 2008 أثناء دورة الألعاب الأوليمبية قامت السلطات الـصينية بنشر المواد الكيميائية باستخدام الطائرات وقاذفات صواريخ وأسلحة مضادة للطائرات لفصل الـسحب الممطرة قبل أن تصل إلى الملعب.

في الوقت نفسه قدم روس هوفمان-عالم في معهد ناسا للمفاهيم المتقدمة-مشروعات عظيمة، فقد قام باستخدام المحاكاة الحاسوبية التي تكشف بطريقة نسبية كيـف يمكـن للتغـيرات الـصغيرة في درجـات الحرارة - من 2ل 3 درجة مئوية- أن تؤثر بشكل كبير على تغيير مسار الإعـصار، كـما قـدم شـبكة مـن الأقمار الصناعية تدور في مدار حول الأرض تستطيع أن تفتت الأعاصير الناشئة مـع الموجـات الدقيقـة. تتكون الغيوم في الإعصار من المياه ولهذا تقوم الغيوم بإمتصاص الإشعاع. وهذه خطة لتجنب الكـوارث مثل التي نجمت عن إعصار كاترينا في عام 2005.

إنحراف الكويكبات

إن التأثيرات الكونية - اصطدام مذنبات وكويكبات مـن الفـضاء بكوكـب الأرض- لهـا خطـر كبـير عـلى كوكب الأرض، ولكن هناك خبر سـار يؤكـد أن العلـماء توصـلوا إلى اسـتراتچيات مختلفـة للتـصدي لأي جسم خطير في الفضاء قبل أن يـصطدم بـالأرض، منهـا الأسـلحة النوويـة التـي تـم استكـشافها مـن قِبـل هوليوود. ولتكون هذه الأسلحة فعالة، فنحن بحاجة إلى التأكد من أن الانفجار لم يفتت الكويكب إلى عـدد من القطع الصغيرة - بشكل فعال تتحول من رصاصة بندقية إلى انفجار اضطراري - وهناك تـأثيرات حركيـة وهي اصطدام جسم ضخم بالمـذنب أو الكويكـب لتغيـير مـساره. أمـا الخطـة غـير المتوقعـة فهـي دهـان الكويكب ؛فالألوان المختلفة تمتص الحرارة وتعكسها من الشمس بنسب مختلفـة ثـم بعـد ذلـك تـشع الحرارة التي تبذل قوة يمكنها تغيير مسار الكويكب إذا ما أعطيت وقتًا كافيًا.

الفضاء في المستقبل

الأشرعة المغناطيسية

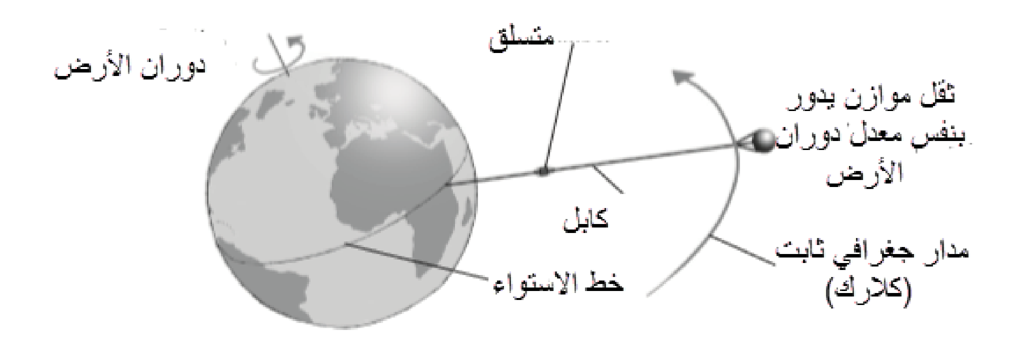
في حين اعتمدت الأشرعة الشمسية على قوة الدفع الموجودة في ضوء الشمس، يعتقد بعض العلماء إنـه من الممكن أن توجد قوة الدفع في جزيئات الرياح الشمسية المشحونة كهربيًا التي تتصاعد مـن أقـرب نجم لنا. بدلا من استخدام سطح صلبُ مثل الشراع لالتقـاط الجزيئـات- هـذا مـا يطلـق عليـه الـشراع المغناطيسي- فإن المركبة الفضائية تقوم بتوليد مجال مغناطيسي هائل حول نفسها ثم يقوم هذا المجال بتحريف كل جزيئات الرياح الشمسية وبالتالي تتلقي المركبة ضربة تزيد من سرعتها.

كما تضم التصاميم القياسية للأشرعة المغناطيسية حلقة عملاقـة مـن الأسـلاك فائقـة التوصـيل قطرهـا تقريبًا 50 كم (30 ميلا) لكن وزنها في حدود 40 طن وهي كتلة أكبر من أن تنفجر في المدار.أحد الطـرق التي بحثتها ناسا للالتفاف حول ذلك هو استخدام البُلازما لتكبير المجال المغناطيسي مـن حلقـة صـغيرة من السلك - بنفس الكيفية التي تتمدد بها البُلازما المحيطة بالشمس مـن وصـول مجالهـا المغناطيـسي ليشمل النظام الشمسي كله.

المصعد الفضائي

إن إطلاق الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية خارج الغلاف الجوي للأرض أمـر مكلـف للغايـة؛ حيـث تصل تكلفته إلى آلاف الدولارات لكل كيلو جـرام. يعتقـد العلـماء أن هنـاك مـشروع واحـد هـو الـذي يستطيع تخفيض هذه النفقات والذي يسمى" المصعد الفضائي" - قاعدة انطلاق تقوم برفع الأحمال إلى الفضاء باستخدام كابل طويل. وتشير التقديرات إلى أن المصعد الفضائي قد يخفض التكـاليف لأقـل مـن 50 دولار لكل كيلو جرام- بمجرد استعادة المبلغ الذي تم إنفاقه على البُناء (يقدر حاليا بنحـو 40 مليـار دولار).

أشار رائد الفضاء الروسي كونستانتين تسيولكوفسكي إلى الجوهر الأساسي عام 1895 الذي اقترح بناء برج يؤدي إلى الفضاء عام 1959. كان الروسي يوري ارتست نوف أول من اقترح أن يكون هناك كابـل يتعلـق من ثقل موازن. أما الإصدارات الحديثة تستخدم مسارًا متسلقًا يسافر صعودا وهبوطا بكابل ثابت بـين سطح الأرض ومدار الأرض. ولكن كان هناك عائق في تصميم المصاعد الفضائية وهو عـدم وجـود كابـل قوي يتحمل وزنه ولكن تطور أنابيب الكربون النانوية قد يحل هذه المشكلة الآن.



قاعدة القمر

استخدامات القاعدة على سطح قاعدة القمر متعددة. فالقمر هو نقطة انطلاق طبيعيـة يـتم منها إطلاق المركبات الفضائية إلى أماكن أخرى في النظام الشمـسي مثـل المـريخ. وتعتـبر هـذه

القاعدة ساحة تدريب مثالية لمستوطنين المريخ المستقبليين.

اقترح آخرون تحديد موقع لمرصد فلكي على الجانب الآخر من القمر ويكون محجوبًا عن توهج الأرض، وكان هناك فائدة عسكرية حتمية، لكـن التكلفـة الـضخمة لبُنـاء وتـشغيل مـشروع بهـذا الحجـم مـع تغييب المساعدة الدولية أدت دائمًا إلى إلغائه إلى الآن.قد يتغير هذا في المستقبل بسبب اعتقاد الـبُعض أن القمر غني لوجود الهليوم3 الذي يعتبر مصدر لوقود الانصهار القائم على أنظمـة الكهربـاء النوويـة فربما أول مستوطن قمري سيكون عامل مناجم.

الاتصال الفضائي

في عام 1960، بدأ رائد فضاء يُدعى فرانك دريك يجتاح السماء مع طبق راديو 26 مترا (85 قدما) يقع في جرين بانك بفيرچينيا الغربية.لم يكن فران دريك ينظر إلى النجوم أو المجـرات ولكنـه كـان يبحـث عـن إشارات راديوية من حياة خارج كوكب الأرض، وهذه التجربـة كانـت الأولى في سلـسلة التجـارب التـي تفحص موجات الإرسال الكونية التي يتم إرسالها مـن الحـضارات الأخـرى وهـذا يقـع تحـت مـصطلح سيتي (SETI)- اختصار لمشروع فلكي يهتم بالبُحث عن ذكاء خارج الأرض-(ابحث عن ذكـاء في الكـون) ومع ذلك كل هذه التجارب لا تجدي نفعًا حتى الآن.

يعتقد علماء سيتي أن مع وجود عدد من النجوم في مجرة درب التبأنه، فـإن مـن المـستحيل أن تكـون الأرض هي العالم الوحيد الذي به حياة ذكية؛ لذلك فهم يعملون على 350 طبق راديو 6 متر لتنـتج قـوة تساوي قوة تلسكوب لاسلكي واحد يـصل إلى 100 مـتر (330 قـدما). وأن كـان هنـاك حيـاة ذكيـة في أي مكان في مجرتنا فسوف يجدها هذا التلسكوب. (يُسمى هذا التلسكوب مصفوفة تلسكوب ألين نـسبة إلى بول ألين - مؤسس مايكروسوفت- الذي قام بتمويل هذا المشروع).

تهيئة الكواكب لتكون صالحة للحياة

هــو إجــراء افــتراضي يــتم فيــه تــصميم الغــلاف الجــوي للكوكــب ليكــون مثــل كوكــب الأرض.

الأول في عملية الاستصلاح هو كوكب المريخ والذي يشبه كوكب الأرض في الحجم ومعروف بـأن لديـه مياه جليدية تحت سطحه ومن الممكن أن تذوب.تتطلبُ هذه العملية تقنيـات لتوليـد كميـات كبـيرة من الأكسچين مثل استخدام النباتـات المعدلـة وراثياواسـتخدام الغـازات المـسببة للاحتبـاس الحـراري ؛ لزيادة درجة حرارة السطح لإذابة الجليد في المريخ. صرح بعض العلماء أن هذه العملية من الممكن أن تتم عن طريق توجيه النيازك الغنية بأمونيا الغازات الدفيئة لمسار تصادمي مع المريخ، ويقـول مؤيـدو التهيئة إنه من الواجب تطوير التكنولوچيا للحفاظ على جنسنا البُشري.

آلات فون نيومان

تنبأ جون فون نيومان أن أول اتصال فضائي لنـا لـيس مـع رجـل أخـضر صـغير ولكـن مـع رجـال آلـين لامعين. جون فون نيومان هو عالم رياضيات مجري الأصـل والـذي أشـار في أواخـر الأربعينيـات إلى أن أنجـح وسـيلة للتحـضر واستكـشاف المجـرة هـي بنـاء أسـطول ذاتي لاستنـساخ الرجـال الآليـين الـذين يستطيعون السفر من نجم إلى نجم آخر ويقومون بجمع الملاحظات العلمية وخلق نسخ من أنفسهم. ومنذ ذلك الحين يعرف هؤلاء الرجال الآليون باسم آلات فون نيومان.

فكرة هذه الآلات أن الإنسان الآلي سوف يصل إلى نظام نجوم بعيـدة، ويقـوم باسـتخدام المـواد الخـام هناك مثل المعادن من النيازك لخلق نسخ عديدة من نفسه أو ربما بإستخدام الهندسة الجزيئية، وبعد ذلك سيتم إرسال مركبة فضائية وبها عدد من الرجال الآليين إلى عوالم اخرى حيث تتكرر هذه العملية وبهذا فإن آلات فون نيومان قد تستطيع استعمار المجرة بأكملها بعد حوالي 300 مليون عام.

نقطة أوميجا

نقطة أوميجا هي نظرية خاصة بالمصير النهائي للكـون. صـاحب هـذه النظريـة هـو فرانـك تبلـر وهـو فيزيائي في جامعة تولين بولاية لويزيانا. تشير هذه النظرية إلى أن العـالم سـوف ينهـار وهـذا الـسيناريو معروف باسم "الانسحاق العظيم".

يقول فرانك تبلر أن الحياة سوف تنمـو لتـشمل الكـون كلـه وسـتقوم بتـسخير كافـة إمكانتهـا كجهـاز الحاسوب. ويدعي بأن هناك قوانين خاصـة بالفيزيـاء قامـت بحـساب قـوة الكمبيـوتر والتـي سـتزداد أضعافا مضاعفة - معدل هذه الزيادة أسرع من موت الكون كله في الانسحاق العظيم- وهذا يعني أن وقت الحوسبة المتاح داخل الجهاز سيصبح بلا حدود على الرغم من أن الوقت خـارج الكـون محـدود. يعتقد تبلر أن الحياة سوف تستمر إلى الأبد على هيئة محاكاة حاسوبية داخل هـذا الكمبيـوتر، كانـت هذه النظرية محل جدل إلا أنها حظت بمؤيدين لكـن عـلى الـرغم مـن ذلـك، عـارض معظـم العلـماء النتيجة الأخيرة لتبلر- التي قالت أن نقطة أوميجا هي اللـه.

الصحة والطب في المستقبل

تجميد الجثث

هو أسلوب تجميد جثث الموتي عن طريق استخدام نيتروچين عالي البُرودة درجـة حرارتـه (-130 درجـة مئوية / -202 فهرنهيت) على أمل أن تساعد التكنولوچيا المستقبلية في إحيائه مرة أخري. ترتكز جدوي هذة التقنية على أساس أن خلايا الجسم البشري تستغرق عدة سـاعات حتـى تمـوت كليـا بعـد توقـف القلب، وتكمن الفكرة في أن الجسم فور موته يـتم تجميـده ويظـل عـلى هـذه الحالـة، فمـن الناحيـة النظرية فقد تقدم العلم إلي درجة أن أولا عملية التجميد يمكن عكسها وثانيًا إنه يمكن معالجة المـرض الذي مات المريض بسببه.

وفي نهاية عام 2009، ورد في أحد تقارير مؤسسة (الكور) لإطالة الحياة أن 89 مريضا قد تـم حفظهـم في سائل النيتروچين، بعضهم حفظـت أجـسامهم كاملـة والـبُعض الآخـر حفـظ أعـصاب - حيـث حفظـت رؤوسهم فقط، وقد بلغت رسوم مؤسسة (الكور) 150.000 دولار بالاضافة إلي 500 دولار كرسوم عضوية سنوية مقابل حفظ الجسد كاملا و80.000 دولار مقابل حفظ الأعصاب.

الخلود

توصـل بعـض العلـماء إلي قناعـة بـأن المـوت "عـلى الأقـل لأسـباب طبيعيـة " قـد أصـبح جـزءا مـن

الماضي،وأحد هولاء العلماء هو عـالم المـستقبليات الأمـريكي "راي كورزويـل" الـذي صرح في عـام 2005 لمجلة "نيو ساينتست" بأنه لا يخطط للموت، ولكنه أطلق على خطته لتحقيق الخلود اسـم " جـسر إلي جسر " والتي تعني الاستفادة من التطور السريع في العلوم الطبية عن طريق عدة خطوات أو جـسور؛ ويتمثل الجسر الأول في تناول الإنسان حوالي 150 نوع مـن المكمـلات الغذائيـة يوميًا و10 أكـواب مـن المياه القلوية و10 أكواب من الشاي الأخضر، وذلك لمكافحة الجذور الحرة، ويأمـل مـن خـلال ذلـك أن يتماسك جسم الإنسان إلى أن يصل العلم إلى الجسر الثاني الذي يتمثل في تقنيـات الطـب الـوراثي مثـل تقنيه الچينوم الشخصي والعلاج الچيني الذي بين أن احتمالات الإصابة بـأمراض خطـيرة يمكـن تقييمهـا وعلاجها إذا لزم الأمر، ويأمل حينها أن يظل جسم الإنسان متماسكا إلى الجسر الثالث والذي يتمثـل في تقنيه " طب النانو " والتي يصبح وقتها ممكنا استخدام سرب من الروبوتـات الـصغيرة في مجـري الـدم لإصلاح الأضرار التي لحقت بجسم الإنسان باستمرار والتي نتجت عن الشيخوخة.

التحكم عن طريق العقل

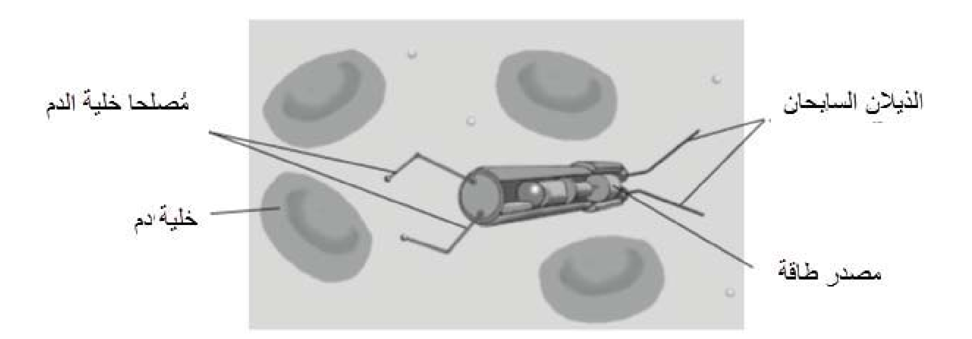


تمكــن الزراعــات الــسيبرانية ذوي الاحتياجات الخاصة "المعـاقين" مـن التحكم في أجهزة الكمبيوتر الخاصة بهم من خلال قـوة التفكـير. حيـث إنه في عام 2004 كان (ماثيو ناجل) البُالغ من العمر 24 عاما مـؤهلا لاسـتخدام جهـاز تجريبـي يسمي "برينجيت" وكان وقتها قـد أصـيب بـشلل ربـاعي نـاجم عـن عـدة طعنـات بالـسكين في فقرات الرقبـة. عـلى الناحيـة الأخـري فـإن هـذا الجهـاز "برينجيـت" يتكـون مـن أقطـاب كهربائية يتم تثبيتها على سطح القشرة الحركية للمخ "منطقه السيطرة على الحركـة".وقـد تـم برمجه لتُعرف أنماط النشاط الألكتروني في قشرة المـخ والتـي تـتم عـن طريـق تفكـير "نيجـل" في الحركه إلى اليمـين أو اليـسار أو إلى الأعـلى والأسـفل، وسرعـان مـا يكـون قـادرًا مـن خـلال

إنتاجها على التحكم في التيلفزيون وجهـار الكمبيـوتر الخـاص بـه وأيـضًا مـع تـوافر الكفـاءة الكافيـة لممارسه لعبة "تيترس". كما إنه في عام 2009 كان القرد قادرا عـلى اسـتخدام جهـاز يمكنـه في الـتحكم في ذراعه الإصطناعية، وهذا بدوره يعطي الأمل لأصحاب الاذرع المبتورة في أن التكنولوچيا مـن الممكـن في يوم ما أن تمكنهم من التحكم في أطرافهم الإصطناعية بمجرد التفكير.

طب النانو

الهندسة الجزيئية أو تقنية النانو هي علم صنع آلات يبلغ حجمها بضع مئات مـن النـانو مـتر "ملايـين الأجزاء من المتر. حيث أن التطور السريع في هذا المجال يعد بمجموعـة كبـيرة مـن التقنيـات الجديـدة المذهلة ؛ أحداها هو فكرة أن روبوتات النانو الطبية يمكنها السباحة مع مجري الدم في جسم الإنـسان لإصلاح الجروح والإصابات الأخرى، وأيضًا مكافحة العدوي، بل وتصل إلى درجـه إصـلاح تلـف الحمـض النووي الذي قد يؤدي إلى الإصابة بالسرطان. ويعتقد" روبرت فريتاس" من معهد التصنيع الجزيئـي في بالو آلتو بكاليفورنيا أن روبوتات النانو الطبية التي يمكن إنشاؤها من أشكال متينة مـن الكربـون مثـل الماس أو الجرافيت قد تصبح حقيقة بحلول عام 2030.



لقاح الإيدز

في عام 1984 عندما تم التأكد مـن أن فـيروس نقـص المناعـة البُـشرية هـو المـسبب لمـرض الايدز كان من المتوقع أن يوجد لقاح لهذا الفيروس في غضون عامين، كان ذلـك منـذ أكـثر

من 25 عاما، وإلي الآن لم يعثر على هذا اللقاح. وبنهاية عـام 2008 كـان مـرض الإيـدز قـد قتـل أكـثر 33 مليون شخص حول العالم. واحدة من أهم المشاكل أن فيروس نقص المناعة البُشرية يتطور بسرعة كبيرة ويتكيف مع البُيئات الجديدة من خلال عملية الانتخاب الطبيعي، وهذا يعني أن أي لقاح يتم تطويره لمكافحة سلسلة واحدة من الفيروس من الممكن أن يكون غير فعال مع أجيال أخرى من الفيروس أكـثر تطورًا. ومما أدي إلى إرباك البُاحثين أن معظـم اللقاحـات تعمـل عـن طريـق تـدريب الجهـاز المنـاعي للمريض باستخدام فيروس غير نشط ولكن فيروس نقص المناعة البُشرية الغير نشط لـيس لـه أي تـأثير. ولكنه برغم ذلك يوجد بصيص من الأمل حيث إنه في عام 2008 خـضع مـريض مـصاب بفـيروس نقـص المناعة البشرية لعملية زرع نخاع عظمي بسبب سرطان الدم وبعد مرور شهرين من إجراء ألجراحـه لم يعثر على هذا الفيروس مرة أخرى ؛ ويبـدو أن الـسبب في ذلـك أن المتـبرع كـان لديـة طفـرة معينـة في الچينات وفي مستقبلات تسمي (CCR5) وهي المستقبلات التي يـدخل مـن خلالهـا الفـيروس إلى خلايـا جسم الإنسان، ولكن من الناحية الأخرى فإن عملية زرع نخاع عظمي بها درجة مجازفة كبيرة لـذلك لا يمكن إعتبارها علاجًا في حد ذاتها ومع ذلك فإن هناك أمل في أن تقنيـات الطـب الـوراثي مثـل (RNAI) من الممكن أن تكون قادرة على استهداف الچين المسبب للإيدز.

إعادة وصل العمود الفقري

تعتبر إصابات العمود الفقري خطيرة ومدمره بدرجة كبيرة؛ حيث إنه في حالـه إصـابة الجهـاز العـصبي الطرفي فإنه يمكن علاجه في كثير من الأحيان، أما الجهاز العصبي المركزي الذي يضم الحبل الـشوكي فـلا يمكن علاجه. وبالرغم من ذلك فإنه يوجد العديد من الآمال والطموحـات للعـلاج عـن طريـق الخلايـا الجذعية التي تتم من خلال زرع هذه الخلايا في مكان الإصابة وبمرور الوقت تصبح هذه الخلايا أليافًـا عصبية جديدة. وفي مطلع عام 2010 كان البُحث العلمي قد قدم أمـالا واعـدة لعـلاج إصـابات العمـود الفقري باستخدام الخلايا الجذعية والمعروفة باسم (GRNOPC1).

أن إتقــان جراحــة إعــادة توصــيل العمــود الفقــري ســوف يمكــن المــرضى الــذين يعــانون مــن

فشل في عدة أعضاء بالجسم أو يعانون من إصابات خطيرة من الخضوع لعملية زرع كامل للجسم- يمكنهم حرفيًا زرع رؤوسهم على جسد جديد تم التبرع به لهم، ويعد هذا النوع من التكنولوچيا الطبية مهم جدًا للمرضي الذين خضعوا إلى الحفظ العصبي قبل إحيائهم.

العلوم الاجتماعية في المستقبل

المال في المستقبل

تنبأ الراحل العظيم وكاتب الخيال العلمي "آرثر كلارك" ذات مرة إنه بحلول عام 2016 ستلغى جميع العملات في العالم لصالح وحدة عالمية من المال وهي "الميجاوات/الساعة" وهي وحدة لقياس الطاقة المتولدة وأيضًا لقياس استهلاك الطاقة، وكانت حجته في ذلك هي أن العملات التقليدية المبنية على الثروة المادية للأمم تقاس على أساس احتياطها من الذهب ، وأن ذلك لن يصبح له قيمة في المستقبل حيث سيتم استخدام التكنولوچيا كمقياس لتحديد مدي تقدم الأمم، وأن أقوى الدول ستكون تلك التي تملك المقدرة على إستخدام التكنولوچيا وأيضًا التي تملك أكبر احتياطي من الطاقة. جدير بالذكر إنه في عام 2009 كان متوسط تكلفة استخدام "ميجاوت/ساعة" من الكهرباء في المملكة المتحدة 139 يورو أما في الولايات المتحدة فكان 120 يورو، وهذه الطاقة تكفي لإنارة لمبة 100 وات لمدة 10.000 ساعة متواصلة.

حكومة التوقعات (**Futarchy**)

تمثل أسواق التوقع (Prediction markets) أداة قوية للتكهن حول كل شيء بدءً من حالة الطقس وحتى التكهن حول من سيفوز بالانتخابات السياسية، لكن إذا تمكن روبن هانسن -عالم اقتصاد بجامعة چورج ماسون بفيرچينيا- من إقناع الآخرين فبالتالي أي شخص يفوز بالإنتخابات قد يستخدم لتلك الأسواق أيضًا - لوضع سياساته. وقد اقترح هانسن نظامًا كاملا لحكومة قائمة على توقعات السوق، وكانت فكرته التي أطلق عليها (futarchy) هي أن يضع مستثمرو السوق أموالهم وراء قرارات السياسة الأساسية، والسياسات ذات النصيب الأكبر هي فقط التي تصبح فيما بعد قوانين، ويستمر الممثلون

المنتخبون في القيام بالإدارة اليومية لـشئون الدولـة إلا أن القـرارات بـشأن سياسـاتهم يتخـذها متنبـؤو السوق.

اقترح هانسن أن أحد المقاييس الجيدة التي يمكن أن تعتمد عليها المراهنات في السوق لاحقًا هو الناتج المحلي الإجمالي للبُلاد (GDP)، وهو مقياس عام لمدى نجاح الأمـم، وبالتـالي سـيراهن المـستثمرون عـلى السياسات التي يعتقدون أنها ستؤدي إلى زيادة النـاتج المحـلي الإجـمالي، والـسياسات التـي سـتؤدي في نهاية المطاف إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي ستجلبُ الأموال لمؤيديها.

المجرات الامبراطوريات

كـم مـن الوقـت تـستغرقه حـضارة ترتـاد الفـضاء في إقامـة إمبراطوريـة تمتـد عـبر المجـرة؟. "سـيث شوستاك"وهوعالم فلكي بارز في معهد (البُحث عن ذكاء خارج الأرض) للبُحوث الفلكيـة في مـاونتن فيـو بكاليفورنيا - يوازي بين الإمبراطوريات التي نشأت على الأرض على مر التاريخ. قديما كانت الإمبراطورية الرومانية تمتد في معظم أنحاء أوروبا وكانت قادرة على الرد عـلى التهديـدات بمعنـي أنهـا قـادرة عـلى تحريك قواتها مـن احـد جوانـب الإمبراطوريـة إلى الجانـب الآخـر في عـدة شـهور. وبالمثـل امتـد تـأثير الإمبراطورية البُريطانية في جميع أنحاء العالم لكن بتقنية نقل أفضل فكانت قادرة عـلى الـرد عـلى آيـة تهديدات في غضون أشهر قليلة.

يعتقد "شوسياك" إنه سيتم تطبيق نفس القيـود عـلى الإمبراطوريـات في الفـضاء وأن أكـبر إمبراطوريـة ممكنة هي التي يمكن اجتيازها فيما لا يزيد عن شـهرين، وحتـى الـسفر بـسرعة الـضوء يجعـل اقـرب النجوم - وهي على بعد سنين ضوئية - بعيد المنال. ويجعل من وجـود إمبراطوريـات المجـرة أمـرًا غـير مرجح -على الرغم من أن"إمبراطورية الشمس" التي تمتد عبر كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها ربما تكون مستدامة.

السياسة الفضائية

كيف سيؤثر وصول أحد أشكال الحياة غير الأرضية إلى كوكب الأرض على مجتمعنا ؟

في عام 1938 تسببت رواية "أورسون ويلز" عن حرب العوالم في حالة من الذعر الشديد في أمريكا حيث اعتقد المستمعون أنهم يستمعون إلى تقارير إخبارية حقيقية عن غزو المريخ للأرض، لكن ماذا لو كـان الاتصال سلميًا ؟ يعتقد "البُرت هاريسون" -طبيب نفـسي في جامعـة كاليفورنيـا ديفـيس- أن هـذا هـو السيناريو الأكثر احتمالا وأن تحديد إشارة غريبة من الممكن أن تكون مفيدة للمجتمع ويكون لها تأثير توحيدي يؤدي إلى ربط مجتمعنا الممزق.

المعرفة والمعلومات والحوسبة في المستقبل

الواقع الافتراضي المستقبلي

أن الواقع الافتراضي يخلق بيئة اصطناعية للمستخدم عن طريق تحفيز الحواس مثل النظر والسمع عن طريق استخدام الصور والأصوات. كما أن التكنولوچيا الحديثة أظهرت إنـه مـن الممكـن تجـاوز شـبكة الجسم الحسية، لذلك فإن أجهزة الكمبيوتر يمكنها التفاعل مع المخ مباشرة من خلال تغـذيتها بالـصور مباشرة داخل القشرة البُصرية. جدير بالذكر أن شركة الترفية المنزلي "سوني" لديها براءة اخـتراع في هـذه التقنية باستخدام الموجات فوق الصوتية، أيضًا مع امتزاج هذه التقنيـة بتكنولوچيـا الـتحكم في العقـل فإنها تسمح لمخ المستخدم بالتجول في الإنترنت والعوالم الافتراضية بدون الحاجة إلى استخدام الماوس أو لوحة المفاتيح.

التخاطر الاصطناعي

كما أعطيت عمليات زرع المخ لذوي الاحتياجـات الخاصـة القـدرة عـلى الـتحكم في أجهـزة الكمبيـوتر الخاص بهم، فإن بعض العلماء يتساءلون هل من الممكن أن تخلق تكنولوچيا مماثلة تمكنهم من خلـق نوع من التخاطر بين البُشر.

تخيل الدكتور"روبرت فريتاس" - من معهـد التـصنيع بكاليفورنيـا - سربًـا مـن الروبوتـات النانومترية الحجم التي يمكنها البُقاء داخل المخ البُـشري ورصـد أفكـار الـشخص المـضيف، فإن أي أفكار مراد نقلها للمـخ يمكـن أن تبـث إلى الروبوتـات عـن طريـق الموجـات فـوق الصوتية لمحور مركزي مـزروع داخـل الجمجمـة، وهـو الـذي يقـوم بتحويـل البُيانـات إلى

إشارات لاسلكية للخارج. وبطريقة مشابهة لمكالمة الهاتف المحمول من داخل رأسك، فإنك سوف تقـوم باختيار شخص ما للاتصال به من عقلك وتقوم هذة التقنيـة بتحويـل هـذة المكالمـة إلى محـور مماثـل داخل مخ المستلم.

إن روبوتات النانو تلك في مخ المستلم تحفز الأعصاب السمعية مباشرة وتسمح لهـم بـسماع أفكـارك، ومن ثم تقوم بالرد علىك عن طريق استخدام نفس التقنية.

يأمل دكتور"فريتاس" أن تصبح تقنية التخاطر تلك حقيقة بحلول عام 2050.

وعي الإنترنت

هل يمكن للتقدم التكنولوچي أن يصل إلى درجة أن يمكن للبُشر تحميل أدمغتهم على جهاز الكمبيـوتر ؟ قد لا يكون هذا بعيد المنال كما يبدو.

إن مشاريع بناء العقول الاصطناعية اليوم - عبارة عن أجهزة إلكترونيـة تحـاكي وظيفـة المـخ البُـشري - متقدمة للغاية.

عالم المستقبليات السويسري "آيان بيرسون" يؤمن إنه بحلول عام 2050 يمكننا الاستغناء عن علم الأحيـاء وأن نقوم بتحميل عقولنا الواعية إلى أجهزة الكمبيوتر بشكل دائم، وأن المـرضي المـستخدم تجـاههم تقنيـه "تجميد الجثث" يمكن إحياؤهم مرة أخرى بهذه الطريقة، هذه التكنولوچيا من الممكن أن تؤدي إلى الخلود -على اعتبار أن أجهزة الكمبيوتر لن تتحطم أبدا.

إنترنت المجرة

اقترح الكاتب"تيموثي فيريس" هذا المصطلح في أواخر عام 1980؛ إنترنت المجرة هو مفهوم يعني تسريع الاتصال بين الحضارات المنتشرة في أنحاء المجرة. الفكرة الأساسية أن تقوم كل السلالات الذكية بتحميـل كافة المعلومات عن حضارتها إلى جاسوب خادم ويب مثبـت داخـل مركبـة فـضاء، ويـتم إطـلاق هـذه المركبة في الفضاء الخارجي وتبدأ في بث المعلومات إلى جميع النظم المجاورة لها، كما يتلقي كل مـسبار المعلومات من مسبار أخر ويقوم بإرسال المعلومات إلى المركبة وأيضًا يضيفها إلى المعلومات التـي تبـث للخارج. بعض إصدارات هذة التقنيـة تقـوم خـوادم المركبـات الفـضائية باستنـساخ نفـسها مثـل آلات

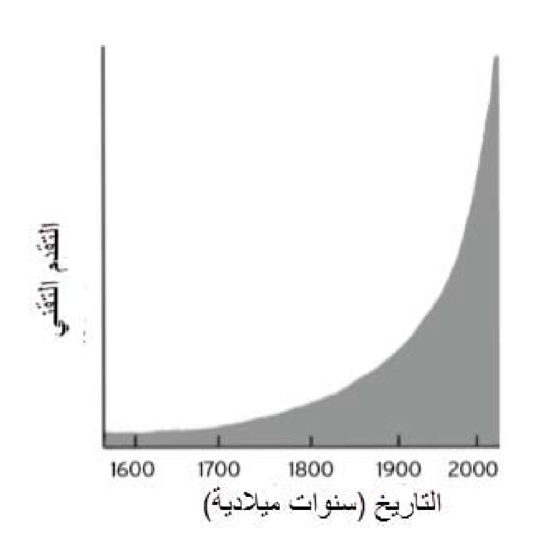
"فون نيومان ".

شبكة منارات المجرة تعني أن المعلومات عن الحضارات التي تبعد مئـات الآلاف مـن الـسنين الـضوئية يمكن أن تصل إلى الأرض في غضون بضع مئات من السنين الضوئية.

حدّ بيكينستاين

من المعروف أن أجهزة تخزين البيانات أصبحت أصـغر مـن أي وقـت مـضي، ولكـن إلى أي درجـة مـن الصغر يمكن أن تصل؟ عالم الفيزياء بالجامعة العبرية "يعقـوب بيكينـستين" عمـل عـلى حـساب أصـغر حجم يمكن في ضغط كمية معينة من المعلومات، وقد اعتمد "بيكينستين" على وجود تشابه مع فيزيـاء الثقب الأسود ؛حيث تخضع المعلومات لقواعد مماثلة لقوانين الديناميكا الحرارية. وكان قادرا أيضا على إثبات إنه إذا كانت وسيلة التخزين تحتوي على كمية كبيرة من المعلومات تتجـاوز مـا يـسمي بــ"حـد بيكينستين" وتم اسقاطها في ثقب اسود سوف يؤدي هذا إلى انتهاك القانون الثاني للديناميكا الحراريـة، وهو قانون فيزيائي مقدس. كما أن حساباته تشير إلى أن رقاقة ذاكرة جهاز الكمبيوتر طولها أجـزاء مـن الآلاف من المليمترات في المستقبل يمكنها تخزين ما يصل إلى 2210 بايت من البُيانات أي حوالي تريليون أو 1210 جيجابايت.

التفرد



الـذكاء الاصـطناعي القـوي أتـاح احتماليـة أن يتمكن العلماء في يوم ما أن يقومـوا بتخليـق مخـا اصـطناعيا يفـوق ذكـاء وقـوة العقـل البُـشري فـيما يعـرف ب"الـذكاء الخـارق". وعندما يحدث ذلك فـإن هـذا المخ الخـارق سيكون لدية القدرة على إعادة تصنيع نفسه بشكل أكثر ذكاء، وبالتالي سـيكون أذكي وأسرع من البُشر.

إذا كانت خلايا المخ البُيولوجي يمكنها إطلاق النار حوالي 200 مرة في الثانية الواحدة (بتردد 200 هرتز)، فإن أجهزة الكمبيوتر الحديثة يمكنها إطلاق أكثر من ذلك بـتردد 2جيجـاهرتز (حـوالي 2 بليـون هرتـز). هذا يعني أن كل الأفكار التي يستطيع العقل البُشري القيام بها في عام يمكن للكمبيوتر القيام بها فـيما لا يزيد عن 3 ثوان. مع كل تصميم جديد لهذا الذكاء الخارق فإنه يصبح أقـوى وأسرع مـما يـؤدي إلى زيـادة معدل التقدم من أي وقت مضي، ليس فقط في مجال الحوسبة ولكن أيضا في جميع المجالات. وهذا المعدل سرعان ما يتطور وصولا إلى السرعة الغير محدودة وأن تلك النقطة التي يصل إليها هذا التقدم التكنولـوچي تعرف باسم " التفرد"؛ وقد وضع هذا المصطلح لأول مرة من قبل كاتـب الخيـال العلمـي "فيرنـور فيجـي"، وبعد ذلك اكتسب شهرته بفضل المخترع الاميركي وعالم المستقبليات " راي كروزويل " الـذي توقـع أن هـذا سيحدث قبل نهاية القرن الحادي والعشرين.

العلوم التطبيقية في مستقبل

الطرق السريعة المؤتمتة

كيف تجرؤ على القيادة بسرعة 110 كم/س وتبعد فقط بمسافة متر عن الـسيارة التـي تقـع أمامـك؟ في يومنا هذا تعد تلك القيادة نوعًا مـن الانتحـار، أمـا في المـستقبل سـيكون هـذا طبيعيـا بفـضل الطـرق السريعة المؤتمـلة. بمجـرد أنـك سـلكت الطريـق الـسريع سـوف تتحـول قيـادة الـسيارة آليـا إلى نظـام الكمبيوتر المركزي الذي يدير حركة المرور على هذه الطرق في وقت واحد من خلال وصـلات لاسـلكية. حيث إنه يقوم بالتحكم بدواسة الوقود والمكابح وأيضا توجيه السيارات عن طريق علامات مغناطيسية على الطريق تقوم بتحديد سرعة وموقـع الـسيارة. أيـضا سـوف تتحـرك الـسيارات في أسراب حـوالي 12 مركبة، حيث أن جميع السيارات تسير على إيقاع محدد وبين كل سرب وأخر مسافات محدد للحد مـن الضرر إذا حدث تصادم.

مؤيدو هذا النظام يرون إنه النظام الأكثر أمانا وأنه يسمح بزيادة حركة المرور على هذه الطرق.

في عام 1997 قامت ولاية كاليفورنيا بإجراء تجارب مماثلـة في القـسم الـشمالي مـن ولايـة سـان ديجـو، وأيضا كانت هناك محاولات اخري بين عامي 2007 و2010 في ولاية كاليفورنيا.

السيارات الطائرة

الانتقال عبر الجو عن طريق القفز داخـل أو خـارج سـيارتك بـسهولة هـو مجـرد تخيـل علمـي رافقنـا لسنوات عديدة، وللأسف لم يتحق هذا في العالم الحقيقي. جدير بالذكر أن سيارات "مولر الطائرة" التي قام بتصنيعها "بول مولر" هي أقرب ما حققناه في هذا المجال وهي عبارة عن مركبة لها أربعـة مقاعـد مزودة بثمان محركات هوائية. ويقال أن أقصي سرعة لها هي 576 كم/س على مدي 1207 كم، ووفقا لما قاله مولر، فإن أصحاب تلك السيارة لايحتاجون إلى رخصة طيران كاملة نظـرا لطبيعـة الـتحكم الآلي في السيارة، وعلى الرغم من مرور 40 عاما على تطوير السيارة إلا أنها لا تزال في مرحلتها الأولي قادرة فقط على التحليق على بعد بضعة أمتار فوق سطح الأرض.

لم يحصل مولر مطلقا على شهادة الطـيران الفيدراليـة وغـير منتظـر أن يحـصل عليهـا. ويبـدو أن حلـم الخيال العلمي هذا سيظل كما هو لبُعض الوقت.

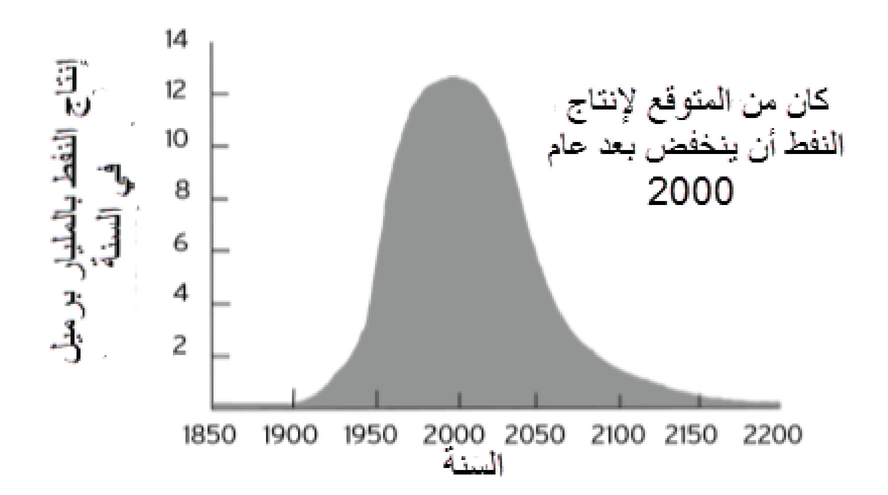
ذروة النفط

يعد النفط والوقود الذي نستخلصه منه -مثل البترول وقود للتنقل وتوليد الكهرباء وأيضًا وقود للزراعة والصناعة. في عام 1956 توقع عالم الجيوفيزياء الامريكي "كنج هوبرت" أن النفط لن يدوم للابد؛ ويعرف مفهومه باسم " نظرية قمة هوبرت"، وتوقع أيضًا أن إنتاج الولايات المتحدة من البُترول سوف يصل إلى أقصي درجة خلال عام 1970. وبالفعل حدث ذلك وتقدر تلك الذروة بـ 10.2 مليـون برميـل يوميـا. ثـم بعد ذلك بدأ التراجع المستمر.

أما الآن فيشعر العلماء بالقلق حيـال قمـة الـنفط باعتبارهـا ظـاهرة سـتؤثر عـلى إمـدادات الـنفط في العالم.

أشـار تقريـر صـادر عـن مجلـس بحـوث الطاقـة في المملكـة المتحـدة أن إنتـاج الـنفط العـالمي مـن

الممكن أن يبدا بالتناقص بحلول عام 2020. جدير بالـذكر أن ذروة البُـترول تـستخدم كـسبب لتطـوير مصادر الطاقة البُديلة للنفط مثل الطاقة الهيدروچينية والوقود الحيـوي. وعـلى الـرغم مـن ذلـك فـإن هناك مخاوف كبيرة من أن تنفذ مصادر النفط قبل أن تصل تلك التكنولوچيا إلى مرحلة النضج.



الذاكرة الاصطناعية

يعمل البُاحثون في جامعة ساوثهامبتون على نوع من أجزاء الجسم الصناعي لكـن مـع وجـود اخـتلاف ؛يتمثل في الذاكرة الاصطناعية. في الوقت الحاضر تتمثل التكنولوچيا في تسجيل بيانات الحياة باستخدام وسائل يمكن ارتداؤها لتسجيل تجارب الحياة عن طريق الفيديو والصوت وأيضًا حفظ البُريد الالكتروني وتاريخ تصفح المواقع وكذلك حفظ الوثائق والملفات. والسر في هذا المشروع هـو تقنيـة البُحـث الـذكي الذي يمكننا من العمل عبر عدة وسائل مختلفة. فلنقل على سبيل المثال أنك كنت تحاول تذكر معلومة معينة قرأتها في مكان ما ولكنك لا تتذكر أين ولا متى، فقط تذكر أنـك حينهـا كنـت تـستمع للمقطـع الموسيقي "سارياندي" لهاندل، بعد ذلك يجد البُرنامج أنـك حـين اسـتمعت إلى تلـك المقطـع الموسـيقي قمت بقراءة تلك الوثيقة وأيضًا تصفحت صفحات الويب تلـك. لـذلك فـإن تلـك الأبحـاث تعـد بمثابـة معينات للذاكرة للأشخاص الذين يعملون في مجـال الأعـمال الحـرة والتعلـيم والبحـث العلمـي وأيـضًا للشخص العادي الذي يفقد مفاتيحه.

الطاقة الحرة

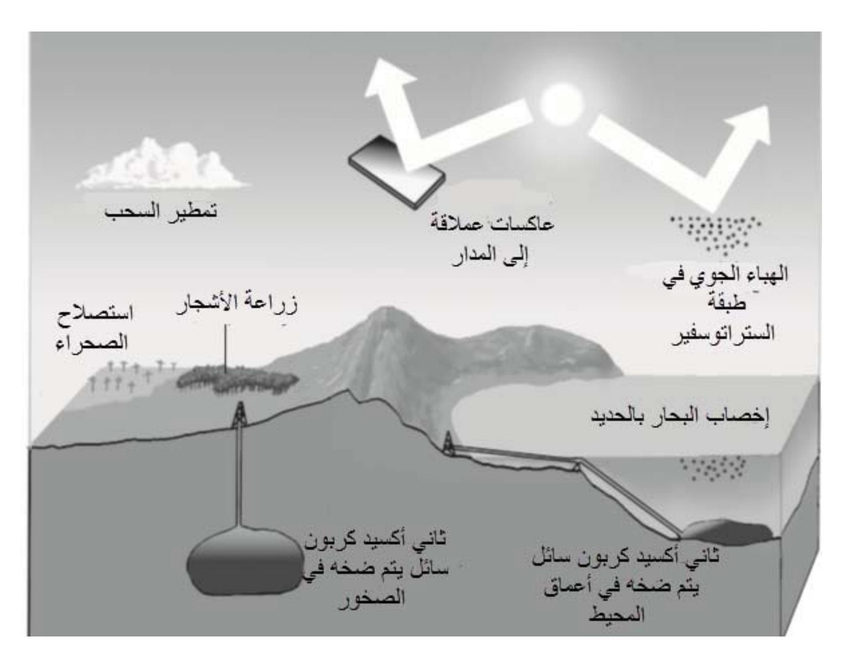
إن بناء جهاز يمكنه توليد الطاقة من العدم يعد التحدي الأكبر لكثير من المفكـرين العظـماء عـبر عـدة قرون. لكن في عام 2007 أتى الدكتور "تورستن إيمچ" -جامعة كولونيا بألمانيا - بجهاز لتوليد الطاقة الحرة يمكنه أن يعمل على أرض الواقع.يستند في فكرته عـلى "تـأثير كـازيمير" ويعنـي أن اي لـوحين معـدنيين بينهما مسافة قصيرة في وجود فراغ كهربائي يحدث بينهم قـوي جـذب صـغيرة تجـاه بعـضهم الـبُعض، لذلك قام إيمچ بتصميم "ماسكة كازيمير" والتي يمكنها استخراج حركة صالحة للاستخدام من هذا التاثير حيث أنها تعمل عن طريق استبدال اللوحين المعدنيين الناعمين بألواح مموجـة لإدخـال ضـغط جـانبي يجعل الألواح تنزلق على بعضها البُعض، ومن خلال تلك الألواح المموجة استطاع إيمج أن يبقي الانزلاق في اتجاه واحد وبالتالي استطاع توليد الكهرباء.

كما نجح فريق من البُاحثين من جامعة كاليفورنيا - ريفرسايد أن يثبت بالتجارب تاثير كازيمير الجانبي. كما يؤمن إيمج الآن أن تصميمه هذا من الممكن أن يستخدم لتشغيل روبوتـات النـانو الـصغيرة والتـي يمكن أن تستخدم في تطبيقات لا تعد ولا تحصي منها الطب الجزيئي.

الهندسة الدجيوتقنية

يؤمن بعض العلماء الأكثر تشاؤما أن التغير المناخي على الأرض مـر بالفعـل "بنقطـه تحـول" وأصـبح من غير الممكن وقف الانهيار العالمي مع ارتفاع منسوب مستوي مياه البُحـر وأيـضا ارتفـاع درجـات الحرارة كل هذا سيؤدي إلي انهيار الحضارات. ولكن مجموعة أخرى من العلماء تعتقد إنه حتـى إذا كنـا تجاوزنـا نقطـة التحـول تلـك إلا إنـه لا يـزال هنـاك أمـل لهـذا الكوكـب عـن طريـق الهندسـة الچيوتقنية، والتي تعني عمل تصميم وبناء جديد يعمل على إصلاح كوكبنا وعكس آثار تغـير المنـاخ. تتمثل بعض الأفكار المطروحة في بناء مظلات عملاقة في الفضاء لحجز بعـض أشـعة الـشمس وأيـضا بناء شبكة من المنشآت الصناعية حول العالم تعمل على امتصاص ثاني أكـسيد الكربـون وتحويلـه إلى سائل ثم بعد ذلك ضخه تحت سطح الأرض، فكرة أخـرى مفادهـا وضـع كميـة كبـيرة مـن الأسـمدة

الطبيعية في المحيطات تعمل على تحفيز نمو الحياة النباتية البُحرية لإمتصاص ثاني أكسيد الكربون مـن الهواء عن طريق عملية البُناء الضوئي، لكن يخشي النقاد من العواقب المحتملـة والغـير مقـصودة لمثـل تلك المخططات.



الجنود الآلية (جنود الروبوتات)

ماذا لو كان من الممكن أن تشن الحروب حول العالم بإستخدام الروبوتات؟ من أجل إنقـاذ البُـشر مـن المخاطرة بحياتهم في الخطوط الأمامية للمواجهة، أن هذا يبدو أشبه بسيناريو لفيلم مـن أفـلام المـدمر ولكنه على أية حال أقرب إلى الواقع من أي وقت مـضي. في عـام 2009 كـان الجـيش الأمـريكي يملـك حوالي 7 آلاف طائرة قتاليـة بـدون طيـار وحـوالي 12 ألـف مركبـات بريـة آليـة تـستخدم في أغـراض الاستطلاع وأيضًا إبطال مفعول العبوات الناسفة ،وبالفعل استخدم العديد منهـا بالفعـل.أمـا في عـام 2007 بدا سلاح الجو الأمريكي بنشر المقاتلات في العراق وأفغانستان وهذه المقاتلات بشكل أساسي هـي الطائرات المقاتلة بدون طيار القادرة على حمل القنابـل والـصواريخ والتـي يـتم الـتحكم بهـا مـن قبـل طيارين على سـطح الأرض، ولكـن الآن متعهـدي الـدفاع يبنـون اسـتقلالية جنـودهم الميكانيكيـة. كـما

تعمل وكالة مشاريع البُحوث المتطورة الدفاعية "داربا" بالولايات المتحدة على الروبوتات التي يمكنها قتل المعارضين من البُشر على شكل مجموعات وأيضًا التواصل مع بعضها ،كذلك اتخاذ الكثير من القرارات بأنفسهم. يعتقد الخبراء أن تلك الروبوتات ستؤدي إلي حدوث ثورة في مجال الحروب مماثلة لثورة اكتشاف البُارود أو الأسلحة النووية.

غراي جو

"غراي جو" هو الاسم الذي يطلق على سيناريو الكارثة المستقبلية حيث تعيث تكنولوچيا النانو فسادا في الأرض ويتحول الكوكب باكمله إلى مجموعة ضخمة من الروبوتات ذاتية النسخ، وقد صاغ هذا المصطلح أبو تقنية النانو "اريك دريكسلر" في كتابه "محركات الكون" واكتسب شهرته بفضل كاتب الخيال العلمي "مايكل كرانيون" في روايته "الفريسة"

إن تكنولوچيا النانو تعمل عن طريق بناء آلات مصغرة تستطيع تنفيذ المهام مثل تكنولوچيا "الطب الجزيئي". ولكن ماذا إذا كانت روبوتات النانو مبرمجة لإعادة نسخ نفسها ؟ وماذا أيضًا إذا خرجت الروبوتات عن السيطرة؟ هل من الممكن أن يستهلك كل شي متعلق بهذة الروبوتات على هذا الكوكب سعيا وراء الحصول على مواد بنائها؟. في الحقيقة لا يوجد إلى الآن مثال تلك الروبوتات ذاتية النسخ، وحتى لو كنا نعرف كيف نخلق مثل تلك الروبوتات، فإن إعادة نسخ هذه الروبوتات لنفسها لن تكون بنفس كفاءة إعادة نسخها في مصانع متخصصة في ذلك. أن السيناريو الوحيد الذي يسمح ـ "غراي جو " أن يحدث هو أن يقوم شخص ما ببناء روبوتات ذاتية التكرار وإطلاق صراحها عمدا لاستخدامها كسلاح.

المعجـــم

A

acid rain	مطر حامضي
active galaxies	المجرات النشطة
aerospace engineering	هندسة الطيران
ages of Earth	عصور الأرض
alien contact	اتصال فضائي
alleles	الأليل أو الحليل
allotropes	تآصلات
anarchism	الفوضوية
androids	الإنسان الأوتوماتيكي
antedating	السبق
archaeoacoustics 38	الصوتيات التاريخية
archaeoastronomy	علم الفلك الأثري
archaeology	علم الآثار
archaeometry	القياسات الأثريّة
Archean aeon	الدهر الأركي
artificial brains	الأدمغة الاصطناعية
artiftcial intelligence	الذكاء الاصطناعي
artificial satellites	الأقمار الصناعية
asterisms	المجمات
asteroid deflection	مجنب الكويكبات
asteroids	كويكبات

astronomical measurement	قياسات فلكية
astronomy	علم الفلك

B

ball lightning	كرة البرق
ballistics	الصاروخ الباليستي (الصاروخ القوسي)
barred spiral galaxies	مجرة حلزونية ضلعية
bending of star light	انحناء ضوء النجم
Big Bang، the	الانفجار العظيم
binary data	بيانات ثنائية
binary stars	نجوم ثنائية
biomimetics	علم محاكاة الطبيعة
bipolar disorder	اضطراب ثنائي القطب
black holes	الثقوب السوداء
blogging	التدوين

C

caves	الكهوف
cellphones	الهواتف الخلوية
cellular automata	المشتغلات الآلية الخلوية
chatbots	روبوتات الدردشة
climate change	التغير المناخي
climate feedback	التغذية المرجعية للمناخ
climate modelling	نمذجة المناخ
climatology	علم المناخ
clouds	السحب
coal	الفحم
coasts	السواحل
cognitive dissonance	نظرية التنافر المعرفي
comets	المذنبات
communication technology	تكنولوجيا الاتصالات

complementary medicine	الطب التكميلي
composites	مركبات
compounds	المركبات
computational archaeology	علم الآثار المحوسب
computational chemistry	الكيمياء المحوسبة
computer engineering	هندسة الكمبيوتر
computer forensics	العلوم الجنائية المتعلقة بالكمبيوتر
constellations	الكوكبات
continental drift	الجرف القاري
continents	القارات
convergent faults	الصدوع المتقاربة
Copenhagen interpretation	تفسير كوبنهاجن
core	اللب
Coriolis effect	تأثير كوريوليس
cosmic coordinates	الإحداثيات الكونية
cosmic defects	العيوب الكونية
cosmic distance	المسافات الكونية
cosmic expansion	التمدد الكوني
cosmic impacts	التأثيرات الكونية
cosmic rays	الأشعة الكونية
cosmological horizons	الأفق الكونية
cosmological principle	المبدأ الكوني
cosmology	علم الكون
creativity	الإبداع
crowd crazing	جنون الحشد
crowdsourcing	حشد المصادر
crust	القشرة
curved earth	الأرض المنحنية
cyber warfare	حرب الإنترنت

D

E

Earth-like planets	الكواكب الشبيهة بالأرض
earthquake light	أضواء الزلازل
earthquakes	الزلازل
Earth’s atmosphere	الغلاف الجوي للأرض
earthshine	ضوء الأرض
ekpyrotic universe	الكون الملتهب
El Niño	ظاهرة النينو
elliptical galaxies	المجرات الحلزونية
email	البريد الإليكتروني
end of the Universe	نهاية الكون
error correction	تصحيح الخطأ
escape velocity	سرعة الهروب
exoplanets	كواكب خارج المجموعة الشمسية
experimental archaeology	علم الآثار التجريبي
extra dimensions	البعد الإضافي
extraterrestrial origins	الأصول غير الأرضية
extreme value theory	نظرية القيمة القصوى
extremely large telescopes	التلسكوبات الكبيرة للغاية

F

families	عائلات
farmscrapers	الزراعة على نطاق أوسع
floods	فيضانات
flying cars	السيارات الطائرة
flywheels	الحذَّافات
fog	الضباب
fractals	الكُسيريات
frame dragging	تباطؤ الإطار المرجعي
free radicals	الشوارد الحرة/الجذور الحرة
free will	الإرادة الحرة

future applied science	العلوم التطبيقية في المستقبل
future biology	علم الأحياء في المستقبل
future chemistry	علم الكيمياء في المستقبل
future Earth	الأرض في المستقبل
future health and medicine	الصحة والطب في المستقبل
future knowledge، information and computing	المعرفة وتكنولوجيا المعلومات في المستقبل
future physics	علم فيزياء المستقبل
future social science	علوم اجتماع المستقبل
future space	فضاء المسقبل
future VR	المستقبل

G

Gaia hypothesis	فرضية جايا
galactic empires	الإمبراطوريات المجرية
galactic Internet	الإنترنت المجري
galactic misfits	عدم الملائمات المجرية
galaxies	المجرات
galaxy clusters	عناقيد المجرات
galaxy evolution	تطور المجرات
galaxy formations	تكونات المجرات
Galilean relativity	النسبية عند جاليليو
game theory	نظرية الألعاب
geological mapping	الخرائط الچيولوچية
geology	علم الچيولوچيا/ علم الأرض
geomagnetism	مغناطيسية الأرض
geophysics	علم فيزياء الأرض
geothermal energy	الطاقة الحرارية الجوفية
geothermal heat pump	مضخة حرارة الطاقة الحرارية الأرضية
glaciers	الأنهار الجليدية

Gödel's incompleteness theorem	مبرهنة عدم الاكتمال لجوديل
gravitational lensing	التعدس الثقالي
gravitational singularities	التفرد الجذبوي
gravitational waves	الموجات الثقالية
greenhouse effect	أثير البيت الزجاجي / الاحتباس الحراري
grey goo	جراي جو (مصطلح يشير إلى سيناريو نهاية العالم)

H

Hadean aeon	الدهر الجحيمي
Hadley cell	خلية هادلي
hard drives	الأقراص الصلبة
hard problem of consciousness	معضلة الوعي الصعبة
Hawking radiation	إشعاع هوكينغ
hedge funds	المحفظة الوقائية/ صناديق التحويط
height	الإرتفاع
helioseismology	علم الزلازل الشمسية
heliosphere	الغلاف الشمسي
herd mentality	عقلية القطيع
holographic memory	الذاكرة ثلاثية الأبعاد
holographic universe	الكون الهولوجرامي
homeopathy	المعالجة المثلية
horizon problem	مشكلة الأفق
hotspots	المناطق الساخنة
Hubble's law	قانون هابل
hydroponics	الزراعة دون تربة/ الزراعة المائية
hydrothermal vents	المنافس الحرمائية
hypernova	المستعر فوق العظيم

I

ice ages	العصور الجليدية

igneous rock	الصخور النارية
infinity	ما لا نهاية
information	المعلومات
information addiction	إدمان المعلومات
information entropy	اعتلاج المعلومات (إنتروبية المعلومات)
information theory	نظرية المعلومات
infrared astronomy	فلك الأشعة تحت الحمراء
intelligence	الذكاء
intergalactic space	الفضاء بين المجرات
international date line	خط التاريخ الدولي
Internet access	دخول الإنترنت
Internet security	أمن الإنترنت
Internet	الإنترنت
interstellar space	الفضاء البين نجمي
ionosphere	طبقة الآيونوسفير
islands	الجزر

J

Jupiter	المشترى

K

Kaluza-Klein theory	نظرية كالوزا-كلاين
Kappa effect	تأثير كابا
Kardashev scale	مقياس كارداشيف
Kelly criterion	معيار كيلي
kingdoms	ممالك
Kuiper belt	حزام كايبر

L

lakes	البحيرات
landmark inventions	الاختراعات البارزة

landslides	الانهيارات الأرضية
latitude and longitude	دوائر العرض وخطوط الطول
lava tubes	أنابيب الحمم
Lazarus taxon	التصنيف لازاراس
length contraction and time dilation	تقلص الأطوال وتمدد الزمن
life of the cosmos	حياة الكون
life in the solar system	الحياة في المجموعة الشمسية
life in space	الحياة في الفضاء
limnic eruption	ثوران بحيري
Little Ice Age	العصر الجليدي الصغير

M

magnitude	المقدار
Magnus effect	تأثير ماغنوس
mantle	الوشاح
many worlds	العوالم المتعددة
Mars	المريخ
mass extinctions	الانقراضات الجماعية
Mercury	عطارد
Mesozoic era	الحقبة الوسيطة
metal detecting	الكشف عن المعادن
metamorphic rock	الصخور المتحولة
meteorology	الأرصاد الجوية
meteors	الشهب
microchips	الرقائق الإلكترونية الدقيقة
microscopes	المجاهر/ الميكروسكوبات
microwave background	الخلفية الميكروية
microwave ovens	الأفران الميكروية
Milankovitch cycle	دورة ميلانكوفيتش
Milgram's experiment	تجربة ميلجرام

درب التبانة	Milky Way
تجربة ميلر- يوري	Miller-Urey experiment
الخط المفقود	missing link
القمر	Moon
قاعدة القمر	moonbase
قانون موري	Moore's law
المورفولوجيا (علم التشكل)	morphology
السيارات	motor cars
الجبال	mountains
الأكوان متعددة الاتصال	multiply connected universes
متعدد الأكوان	Multiverse، the
انفطار	mycosis

N

الكوارث الطبيعية	natural disasters
التاريخ الطبيعي	natural history
السديم	nebula
نبتون	Neptune
سماء الليل	night sky، the
السحب البراقة	noctilucent clouds

O

تيارات المحيط	ocean currents
طبقات المحيط	ocean layers
ظهر المحيط	ocean ridges
الخنادق المحيطية	oceanic trenches
جغرافيا المحيطات	oceanography
المحيطات	oceans
مفارقة أولبرز	Olbers' paradox
نقطة أوميجا	Omega Point
وعي الإنترنت	online consciousness

organ transplants	زراعة الأعضاء
origin of life	أصل الحياة
out of Africa	خارج قارة أفريقيا
out-of-body experience	تجربة الخروج من الجسد

P

palaeoclimatology	علم المناخ القديم
palaeontology	علم المتحجرات
Paleozoic era	الحقبة الأولية
panspermia	التبذر الشامل (البانسبرميا)
parallax	التزيح
parallel computing	الحوسبة المتوازية
peak oil	ذروة النفط
peppered moth	الفراشات المفلفلة
petrol	البترول
pH indicators	مؤشر الأس الهيدروچيني
plains	السهول
planet formation	تكون الكواكب
planetary nebula	السديم الكوكبي
planetary probes	مسابر الكواكب
planets	الكواكب
plastics	اللدائن (البلاستيك)
Proterozoic aeon	الدهر الفجري

Q

quantum cosmology	علم الكون الكمي
quark stars	النجوم الكواركية
quarks	الكواركات
quasars	أشباه النجوم
Quaternary period	الفترة الرباعية

R

rainfall	هطول الأمطار
red giants	العمالقة الحمر
Red Queen hypothesis	فرضية الملكة الحمراء
rivers	الأنهار
rock cycle، the	دورة الصخور
rockets	الصواريخ
rogue planets	الكواكب المتجولة
rotational dynamics	الديناميكا الدورانية

S

Saturn	زحل
sea ice	الجليد البحري
sea power	قوة البحر
sea-level rise	ارتفاع مستوى البحر
seas	البحار
seasons	فصول السنة
sedimentary rock	الصخور الرسوبية
seeds	البذور
serendipitous discoveries	الاكتشافات السارة
SETI	البحث عن ذكاء خارج الأرض
shape-memory alloys	سبائك ذاكرة الشكل
shock waves	أمواج صادمة
singularity، the	التفرد
smartphones	الهواتف الذكية
snow and hail	الثلج والبَرَد
sober-up pill	حبوب القوة
software	البرمجيات
soil	التربة
solar activity	النشاط الشمسي

solar eclipses	خسوف الشمس
solar panels	الألواح الشمسية
solar sails	الأشرعة الشمسية
solar system	النظام الشمسي
solar thermal energy	الطاقة الحرارية الشمسية
solar wind	الرياح الشمسية
space telescopes	التلسكوبات الفضائية
space tourism	السياحة الفضائية
space travel	السفر في الفضاء
space weapons	الأسلحة الفضائية
spiral galaxies	المجرات الحلزونية
sprites	عفاريت البرق
spy satellites	أقمار التجسس
star clusters	العناقيد النجمية
star formations	تكون النجوم
stars	النجوم
stratigraphy	علم الطبقات
subterranean	طبيعة جوف الأرض
Sun، the	الشمس
sunspots	الكلف الشمسي
supercontinents	القارات العظمى
supernova	المستعر الأعظم
supersymmetry	التماثل الفائق
supervolcanoes	البراكين الهائلة
supply and demand	العرض والطلب
swarm intelligence	ذكاء السرب

T

tectonic plates	الصفائح التكتونية
tectonics	التكتونيات

telephones	الهواتف
teleportation	الانتقال الآني
telescopes	التلسكوبات
terraforming	تهيئة الكواكب لتكون صالحة للحياة
terrain	طبيعة الأرض
theory of everything	نظرية كل شيء
thermal expansion	التمدد الحراري
thermal radiation	الإشعاع الحراري
tidal bores	المد المضجر
tides	المد
time travel	السفر عبر الزمن
time zones	المناطق الزمنية
topography	التضاريس
tornadoes	الأعاصير
trade winds	الرياح التجارية
transform faults	الصدوع الناقلة
transformers	المحولات
tsunamis	أمواج تسونامي
Turing machine	آلة تورنج
Turing test	اختبار تورنج

U

UCAVs	المركبات الجوية القتالية بدون طيار
underground water	المياه الجوفية
underwater archaeology	الآثار الغارقة
Universe	الكون
Uranus	أورانوس

V

valleys	الوديان
Van Allen belts	حزام فان آلن الإشعاعي

variable stars	النجوم المتغيرة
Venus	الزهرة
vertebrates	الفقاريات
video chat	دردشة فيديو
volcanic eruptions	الانفجارات البركانية
volcanoes	البراكين
Von Neumann machines	آلات فون نيومان

W

water reservoirs	خزانات المياه
weak force	القوة الضعيفة
weather control	التحكم في الطقس
weather forecasting	التنبؤ بالطقس
weather fronts	جبهات الطقس
wetlands	الأراضي الرطبة
white dwarfs	الأقزام البيضاء
wild fires	حرائق الغابات
will o' the wisp	السراب
wind	الرياح
wind turbines	تربينات الرياح
work and energy	الشغل و الطاقة
World Wide Web	الشبكة العنكبوتية العالمية
wormholes	الثقوب الدودية





العلوم الفيزيائية . السرعة والتسارع . الجمود والزخم . قوانين نيوتن للحركة . قوانين الحفظ . العمل والطاقة . الاحتكاك . الديناميكيات والحركية . مبدأ العمل الأقل . ديناميكا الحركة الدورانية . قوة الجاذبية . الجاذبية النيوتونية . مبدأ التكافؤ . قوانين كيبلر . درجة الحرارة والضغط . النظرية الحركية . التمدد الحراري . التوصيل والحمل الحراري . الحركة البراونية . التوازن الحراري . الكون . قوانين الديناميكا الحرارية . الميكانيكا الإحصائية . الإشعاع الحراري . السعة الحرارية . المواد الصلبة، السوائل والغازات . الكثافة . قانون هوك . الحرارة الكامنة . المرحلة الانتقالية . معادلة الحالة . النقطة الثلاثية . فيزياء البلازما . التوتر السطحي . مبدأ أرخميدس . اللزوجة . نيوتونيان السوائل . ديناميات السوائل . المعادلات . مبدأ برنولي . الاضطراب . تأثير ماغنوس . موجات الصدمة . نظرية الموجه . الموجات الصوتية . الموجات الدائمة . الصدى . حركة متناغمة بسيطة . تأثير دوبلر . الشحنة الكهربائية . التيار الكهربائي . المقاومه . السعة . المغناطيسية . الاستقراء . المحولات . معادلات ماكسويل . الاشعاع الكهرومغناطيسي . الفوتونات . موجات الضوء . الأنعكاس . الانكسار . الانحراف . الاستقطاب . التشوش . النسبية الخاصة . طول الانكماش والوقت و التمدد . E=MC2 . النسبية العامة . إنكسار ضوء النجوم . الثقوب السوداء . اختلافات الجاذبية . الثقوب الدودية . موجات الجاذبية . سحب الإطار . الجزيئات . التوضيح . مستويات الطاقة . معادلة سكرودينجر . مبدأ عدم اليقين . الدوران الكمومي . الاعداد الكمية . نظرية شرودنجر . تفسير كوبنهاغن . العوالم العديدة . فك الترابط . الجسيمات الظاهرية . طاقة نقطة الصفر . تأثير كازيمير . التشابك الكمومي . الموصلية الفائقة . ضعف القوة . جسيمات الكوارك . القوة الشديدة . أسر الجسيمات . النيوترونات . نموذج قياسي . هيغز، بوسون . معجل الجسيمات . الجاذبية الكمومية . إشعاع هوكينغ . علم وظائف الأعضاء البشرية . القلب . الدم . الرئتين . الجهاز العضلي الهيكلي . التخدير . البتر . السرطان . الجراحة الروبوتية . نقل الدم . الجراحة التجميلية . جراحة العين . جراحة الدماغ . زراعة الاعضاء . زرع الأطراف . العلاج بالخلايا الجذعية . زرع الوجه . الطب القائم على الأدلة . التجارب السريرية . الطب بالليزر . المعالجة بالإشعاع . علم الجينوم الشخصية . علم الصيدلة . المكملات الغذائية . تأثير الدواء الوهمي .الأعداد الأولية . النسبة الذهبية . ما لا نهاية . نظرية فيرمات الأخيرة . مبرهنة الألوان الأربعة . فرضية ريمان . جوديل نظرية عدم الأكتمال . نظرية الفوضى . نظرية الكارثة . نظرية القيمة القصوى . نظرية العالم الصغير .





8 أشارع أحمد فخرى مدينة نصر – القاهرة . تليفاكس : 23490242- 23490419 (202)

elarabgroup@yahoo.com info@arabgroup.net.eg

www.arabgroup.net.eg

